

2065





ESTUDIOS FORESTALES.

---



# ESTUDIOS FORESTALES.



## LOS MONTES

EN SUS RELACIONES CON LAS NECESIDADES DE LOS PUEBLOS,

POR

DON H. RUIZ AMADO,

INGENIERO DE MONTES.



TARRAGONA.



IMPRENTA DE PUIGRUBÍ Y ARÍS.

1870.

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
SECRETARÍA DE HACIENDA Y FOMENTO

El autor de esta obra se reserva todos los derechos de propiedad intelectual que le corresponden en virtud de la Ley de Propiedad Intelectual de México, y prohíbe expresamente la reproducción total o parcial de esta obra sin el consentimiento expreso del autor.

Esta obra es propiedad del autor que, en uso del derecho que la ley le reconoce, prohibe la reimpression ó traduccion total ó parcial sin su permiso. Queda hecho el depósito.

El autor de esta obra se reserva todos los derechos de propiedad intelectual que le corresponden en virtud de la Ley de Propiedad Intelectual de México, y prohíbe expresamente la reproducción total o parcial de esta obra sin el consentimiento expreso del autor.

H. Ruiz Avila

Excmo. Sr. Marqués de Corbera.

Excmo. Sr.: El Cuerpo de Ingenieros de montes no podrá olvidar nunca los beneficios que recibió de V. E. siendo Ministro de Fomento; no olvidará jamás que principalmente por defender la causa de los montes é impugnar la desdichada idea, que despues dió origen al malhadado decreto de 22 de Enero de 1862, tuvo que separarse de sus amigos políticos retirándose á la vida privada; tendrá siempre presente que durante su administracion se tomaron prudentes y previsoras disposiciones, que hubieran dado los resultados mas plausibles si continuando V. E. al frente de aquel Centro hubiera podido completarlas y sostenerlas contra las malévolas ingerencias de la funesta política de los partidos; porque no olvida todo esto, siente hácia V. E. la merecida gratitud.

En testimonio de ella, aunque la expresion no corresponda al sentimiento, á nombre de sus compañeros tiene el honor de ofrecerle estas páginas, misero fruto de sus desvelos, rogándole las acoja con su benevolencia característica, quien se repite de V. E. como siempre afectisimo y S. I. D. B. S. M.

H. Ruiz Amado.

Tarragona, Febrero 4.º de 1870.

## PROLOGO

Cuando la patria cubanola por las arduas luchas de la  
mas trascendental de sus revoluciones para salvar en la pa-  
lida luz del nuevo dia, el sol que ha de regar sus flores  
productores esterilizadas por los peñones desastrosos; cuando  
desoyóse las clamores de los pueblos, oyendo los consejos  
de la ciencia y manifestando los ejemplos de la historia,  
con mejores deseos que fundados temores, se propuso a las  
potencias europeas por naciones beligeras de la época  
económica reorganizar para conseguir un camino de vida por-  
dicial, el que por irremediablemente al mismo nos condujo  
cuando en el momento por descomulgados y por  
venos se sintió en las horas de la oscuridad de la noche  
las voces que a España agitaron cuando se obligó al destino  
a presentarse en un momento por momentos importantes  
propuestas de paz, entre las que una de las reformas del servicio  
social, como se sostenía en el momento de la comisión de  
preparar, que las Comisiones de estudio en estos mo-  
mentos, exigencia que al juzgar las condiciones de los  
no poder reunir de las dadas las condiciones, volver a ser  
cubanos levantar su voz por decir, el mundo que sea para  
impulsada hacia adelante, los movimientos de tales con-  
tos y la vida, entonces en vida, por donde podamos ir  
y a organizar para hacer la tierra de promisión, por des-  
gracia nuestra no por la paz.

## PRÓLOGO.

---

Cuando la patria conmovida por los sacudimientos de la mas trascendental de sus revoluciones busca ansiosa en la pálida luz del nuevo día, el sol que ha de regenerar sus fuerzas productoras esterilizadas por los pasados desaciertos; cuando desoyendo los clamores de los pueblos, olvidando los consejos de la ciencia y menospreciando los ejemplos de la historia, con mejores deseos que fundadas razones, se propone á los poderes públicos por algunos brillantes poetas de la ciencia económica recorrer para conseguirlo un camino de dulce pendiente, sí, pero que irremisiblemente al abismo nos conduce; cuando en él alucinados por deslumbradoras utópicas teorías vemos sentar su insegura planta á los encargados de corregir los males que á España agobian; cuando se obliga al Gobierno á presentar en un brevisimo plazo diferentes importantísimos proyectos de ley, entre los que está el de reforma del servicio forestal, como se consigna en el dictámen de la comision de presupuestos, que las Constituyentes discuten en estos momentos, urgencia que si justifican los continuos aplazamientos no podrá menos de dar detestables resultados, deber es de todo ciudadano levantar su voz, por débil y humilde que sea, para impedirlo dando á conocer las inconveniencias de tales consejos y la senda, escabrosa sin duda, por donde podamos primero y con seguro paso llegar á la tierra de promision, por desgracia nuestra no poco lejana.

Comprendiéndolo así nuestra pobre inteligencia, á impulsos de un sentimiento, que seguramente abrigan todos los corazones españoles, y aunque convencidos de nuestra incompetencia, seguros de la justicia de la causa, con las armas que los sabios han forjado salimos nuevamente á defender los montes, precursores del hombre en la tierra, cuna de la civilizaci6n, diadema de esmeraldas de la encantadora Ceres, contra los que les niegan su grande y benéfica influencia en la vida de los pueblos y las condiciones especiales, que los imposibilitan de cumplir su importantísima mision en las febriles manos del individuo.

Pero no se crea por esto que vamos á defender la regeneraci6n de *todos* los montes, que en otro tiempo cubrieron nuestro suelo; que aceptamos *todas* las razones, en que algunos defensores de tal riqueza se apoyaron arrastrados por un entusiasmo noble, pero inoportuno, ni que dejaremos de reconocer que nuestros ilustrados adversarios, fundados muchas veces en buenas bases, no siempre se apartaron de la verdad mas que los que en nuestras filas pelearon, no; libre nuestra razon de preocupaciones sistemáticas y persuadidos de que las exageraciones perjudican mas que favorecen la causa, que tratan de defender, procuraremos presentar la cuestion bajo su verdadero punto de vista encerrando el pró y el contra dentro de sus limites racionales: si lo consiguiéramos, si con el poderoso auxilio de los ilustres defensores de tan noble causa, que nos precedieron, pusiéramos en evidencia las verdades por la ciencia demostradas y acreditadas por la historia, si hiciéramos ver á amigos y adversarios que la causa principal de su desacuerdo está en no haber planteado bien la cuestion y en haberse dejado arrastrar en la polémica de injustificadas exageraciones, es indudable que pronto unidos reclamarían todos para la verdad demostrada el lugar que le corresponde; pero como no echamos en olvido la pobreza de nuestro ingenio y la magnitud de la obra que nos proponemos, claro es que hemos de desconfiar de alcanzar tan halagüeño resultado, que por otra

parte no será fácil obtener sin una larga y empeñada discusión; á ella, pues, invitamos á las dos huestes y no será poca fortuna la nuestra si esto al menos conseguimos.

Justificado con las anteriores indicaciones nuestro atrevimiento, en pocas líneas expondrémos las afirmaciones de una y otra parte, á fin de que mejor se comprenda el camino, que nos proponemos recorrer para descubrir la verdad buscada.

Sostenemos con los dasónomos y naturalistas:

*Que los montes de la region propiamente forestal, es decir, allí donde no es posible el cultivo agrario permanente, por su benéfica influencia en el clima y física terrestre, en la economía y la moral de los pueblos, tienen grandísima importancia en la prosperidad de las naciones y constituyen una condicion indispensable de su existencia.*

*Que por las que son inherentes al modo de ser de aquellos y las que caracterizan al individuo y á la sociedad, solo á esta es dado conservarlos en las que necesitan para producir tan apetecidos resultados, siendo un deber imprescindible de todo Gobierno administrarlos conforme la dasonomía lo aconseja, aunque no se extendieran sus atribuciones á otra cosa que á mantener el orden, la libertad y la justicia en los límites que les reconoce la razon y*

*Que si en España la historia de la administracion pública forestal no está acorde con estas afirmaciones, es precisamente porque se ha separado caprichosamente del camino, que la ciencia la señala, siendo fácil emprenderle en lo sucesivo sin menoscabar, acatando por el contrario, todos los sanos principios de la ciencia de los gobiernos.*

Nuestros adversarios sostienen:

Que si los montes tienen influencia en el clima y física terrestre es mas perniciosa que útil.

Que su importancia económica no es grande desde que la hulla y el hierro vinieron á sustituir con ventaja sus usos en las necesidades de la industria y del hogar doméstico.

Que económicamente considerados se hallan en idénticas condiciones que las demás riquezas.

Que, siendo el Estado inepto para producir, de sus manos debe salir esta para que en las del individuo alcance el grado de desarrollo, que las necesidades de los pueblos hagan necesario.

Que, consiguientemente á esto, la administracion pública forestal no es, ni puede ser otra cosa, que lo que ha sido hasta aquí y debe desaparecer *para no contradecir las leyes económicas*, cuyo cumplimiento puede solo salvar del naufragio la nave del Estado.

Como fácilmente comprenderán nuestros lectores, poner acordes adversarios de tan encontradas ideas, tratándose de una complejísima cuestión, es tarea demasiado árdua para nosotros; no obstante, sin olvidar nuestras anteriores protestas, no desesperamos de conseguirlo, en parte al menos, porque todo es posible con la ilustracion y buena fé de nuestros adversarios, que suplirán con ellas nuestra insuficiencia.

De buen grado nos concretaríamos á rebatir sus objeciones si un público menos ilustrado y conocedor de las complicadas teorías, en que debemos fundarnos, no exigiera de nosotros algunas ideas generales y la exposicion completa de las relaciones de los montes con la climatología, física terrestre y la sociedad; esto hace mas difícil y penoso nuestro cometido y contribuirá poderosamente á que no le desempeñemos tal como fuera de desear; pero interesados en difundir tan útiles conocimientos y que la discusion salga de los estrechos límites, en que hasta ahora se ha encerrado, con mejores deseos que condiciones emprendemos este trabajo recomendándonos á la benevolencia de nuestros lectores, con tanto mayor motivo cuanto que no habiendo podido consultarle con personas competentes, en él encontrarán seguramente muchos y graves defectos.

El órden que seguiremos está indicado ya en las complejas afirmaciones de amigos y adversarios, que antes hemos consignado; en cada tésis, especialmente en lo que á la climatología

y física terrestre se refiere, á la demostracion precederán algunas nociones generales, y al fin de cada parte, en un resúmen, expondremos las consecuencias deducidas, haciéndonos cargo de las objeciones de nuestros adversarios sin perjuicio de ocuparnos tambien, en cada una de las primeras, de las que les sean especiales; de cada una de las complejas afirmaciones de los dasónomos antes expuestas harémos una parte dividiendo las dos primeras en estudios y en la tercera nos ocuparémos de dar á conocer las bases racionales, en que debe fundarse la desamortizacion y la administracion de los montes, que hayan de quedar en manos públicas, terminando con un apéndice, en que consignarémos y discutirémos brevemente las críticas, que sobre el conjunto ó los detalles de nuestro libro nos faciliten los que le leyeren, aunque para ello tengamos que hacer algunos sacrificios extendiendo sus límites; porque nuestro deseo es que sirva de palenque comun ínterin se generaliza la discusion, con que solo podrá de una vez para siempre resolverse tan complejísimo problema facilitando base segura para llevar á cabo la reforma de tan importantísimo ramo de riqueza pública.

Se comprenderá fácilmente que siendo nuestro objeto esencial formar un cuerpo de doctrina de lo hasta ahora publicado sobre tan importante como complejísimo problema y discutir los puntos dudosos, ó por lo menos no bastante aclarados, hemos de extraer muy brevemente la opinion y fundamentos de amigos y adversarios separándonos con frecuencia de la forma didáctica para controvertir las especiales á cada punto, que mas difieran de nuestro modo de ver, pues rebatiendo estas lo quedarán así mismo las que menos se separen de las de nuestros compañeros y desvanecidas las dudas que abrigan muchos; y, para que en ningun caso se nos pueda atribuir el deseo de tergiversar la opinion y fundamentos de cada uno, copiaremos de sus escritos y discursos la parte que mejor los patentice, aunque de esta suerte hagamos perder á nuestro libro el interés de una metódica exposicion de los principios y teorías que juzgamos únicamente aceptables.

Debemos por fin advertir á nuestros lectores, que para no prolongar este trabajo mas de lo indispensable á nuestro objeto, en los puntos no rebatidos por nuestros adversarios nos detendremos poco; que en comprobacion de las teorías que desarrollemos, citaremos el menor número posible de hechos eligiéndolos entre los que aquellos comentan para rebatir nuestro modo de ver ó para defender los principios que sostienen; y en fin, que si personalmente mencionamos á alguno de ellos, no es con el deliberado propósito de ponerle en evidencia, sino al solo objeto de no echar sobre la masa comun de las filas enemigas la responsabilidad de sus personales aseveraciones y mas principalmente para interesarlos en la discusion, que interviniendo tan ilustrados adalides puede solo alcanzar las proporciones necesarias al completo esclarecimiento de la verdad por todos deseada.

No pretendemos haber resuelto completamente el gran problema *de las relaciones de los montes*; mas si tal vez haberle planteado en la forma conveniente; si así fuera, si nuestros lectores encuentran además alguna novedad en los datos y razonamientos de que nos servimos; si hemos conseguido dirigir algunos mas rayos luminosos sobre su oscurecida admósfera, por bien empleado daremos el tiempo en este trabajo invertido, recompensadas quedarán las molestias, que nos ha ocasionado; si nada de esto sucediera, si alucinados nos hemos equivocado, tengan presente por lo menos que no nos ha guiado ningun pensamiento egoísta y si solo nuestro sincero deseo de contribuir á la regeneracion de nuestra querida patria y de los montes en mal hora destruidos.

Tarragona, Febrero de 1870.

---

## PRIMERA PARTE.

---

Los montes de la region propiamente forestal, es decir, alli donde no es posible el cultivo agrario permanente, por su benéfica influencia en el clima, en la fisica terrestre, en la economía y la moral de los pueblos tienen grandísima importancia en la prosperidad de las naciones y constituyen una condicion indispensable de su existencia.

Por sus íntimas y mútuas relaciones, imposible es, en nuestro concepto, tratar con completa separacion las diferentes cuestiones, que constituyen este complejísimo problema; mas siéndolo así mismo dar de ellas clara idea tratándolas en conjunto, muy especialmente cuando no todas las personas, á quienes se desea convencer, poseen las nociones indispensables para comprender la verdad de los principios, en que la demostracion debe fundarse, de todo punto creemos necesario adoptar el primer sistema completándole en cierto modo con el segundo; por lo tanto, aunque de esta suerte dificultemos mas nuestra ya árdua empresa y quitemos á cada estudio en parti-

cular el vigor y fuerza, que de otro modo podría dárselos, aplazando los razonamientos y consideraciones generales para cuando sean conocidas las teorías, resueltas las dudas y controvertidas las opiniones contrarias especiales á cada uno de los muchos extremos, que abrazare cada *parte*, nos proponemos considerar separamente los montes en sus relaciones :

**Con el aire y sus corrientes,**

**Con el suelo,**

**Con la temperatura,**

**Con los hidrometeoros y distribución de sus aguas en la superficie y en el interior de la capa superficial de la tierra y**

**Con las necesidades que los pueblos tienen de sus productos característicos,**

si bien terminaremos con un *resúmen* de las consecuencias inmediatamente de tales demostraciones parciales deducidas ampliándolas con algunas consideraciones generales, que pongan en evidencia la influencia de aquellos en la moral de los pueblos y la opinion de los mas respetables naturalistas, á cuyo efecto dividiremos esta *parte* de nuestro trabajo en seis *estudios* distintos.

## PRIMER ESTUDIO.

### Los montes en sus relaciones con el aire y sus corrientes.

SUMARIO. I. Admósfera, peso, altura y colores.—II. Aire, composición; influencia en la higiene; procedencia del oxígeno y ácido carbónico; los montes equilibran los principios constitutivos del aire respirable, le despojan de miasmas insalubres y evitan la formación de estos, cuando se hallan convenientemente situados.—III. Vientos, causas originarias; velocidad; fuerza mecánica; propiedades físicas; daños que ocasionan: los montes bien distribuidos evitan á los pueblos y á los campos las perniciosas influencias de los vientos.

#### I.

La tierra está por todas partes rodeada de un fluido raro y trasparente llamado aire. Esta capa, que tiene esencialmente la misma forma que nuestro globo, le separa de los espacios celestes y constituye la admósfera (1): la tierra y su admósfera se hallan, pues, aisladas en medio del vacío (2).

Siendo la altura barométrica media al nivel del mar de 76 centímetros, resulta que la admósfera gravita sobre la tierra

---

(1) Absorbiendo parte de los rayos solares, cuyo calor hace latente por su dilatación é impidiendo de noche que el suelo se enfríe repentinamente, ya por la temperatura que durante el día adquiere, ya por hacer sensible con su condensación el calórico latente, evita que el suelo pase del calor excesivo del día al frío intenso de la noche, sirviéndole de regulador del calor, que tan necesario es á la conservación de la vida animal y vegetal.

(2) Becquerel.—Éléments de Physique terrestre et de Météorologie (1847).. . . . . pág. 290.

como pudiera hacerlo una capa de mercurio de tal espesor, ó una de agua de 10'3 metros (1), de lo que, y de la superficie media que el hombre tiene con aquella en contacto, resulta hallarse sometido á una presion de 15.000 kilógramos (2), que no le afecta cuando la elasticidad de sus fluidos interiores es capaz de hacerla equilibrio, como sucede ordinariamente, pero sí cuando éste no existe por exceso ó defecto de aquella, de donde resultan las alteraciones, que sufre el organismo con notables y repentinas variaciones en la presion admosférica, que el barómetro dá á conocer (3).

Si las condiciones todas del aire fueran las mismas en el espesor de la admósfera, fácil seria calcularle; pero, no siéndolo, los físicos se han valido de complicados procedimientos, que no creemos propio de este lugar dar á conocer, para determinarla aproximadamente, admitiéndose es aquella de 16 á 20 leguas ó 1,80 del radio medio de la tierra (4).

Los colores, con que la admósfera aparece á nuestra vista, son debidos á la reflexion de los rayos solares por los componentes de aquella, y dependientes de su mayor ó menor pureza; por esta razon de ellos puede con algun fundamento deducirse su composicion accidental sirviendo para pronosticar los cambios meteóricos, que tanto conviene conocer en determinadas circunstancias.

---

(1) Becquerel.—Élèments de Phisique terrestre et de Météorologie (1847.) . . . . . pág. 290.

(2) 17,000 segun otros, que suponen ser la superficie media del cuerpo del hombre, 3' 75 m. c.

L. Peñuelas.—Revista forestal, económica y agrícola. T. I. p. 46.

(3) Becquerel.—Élèments de Phisique, etc. . . . . pág. 296.

Estos datos varían seguramente, como lo indican las alturas barométricas, para los diferentes lugares de la tierra; hemos elegido sin embargo con el ilustre físico mencionado el nivel del mar como punto de comparacion, porque sirve mejor á tal efecto que otro alguno.

(4) Becquerel.—Élèments de Phisique, etc. . . . . pág. 294.

## II.

El aire, segun Becquerel (1), se compone, término medio, en volúmen de 20'96 de oxígeno, 79'04 de ázoe, de 0'0004 á 0'0006 de ácido carbónico, de una cantidad variable de vapor de agua (2), de otras muy insignificantes, en cantidad, aunque algunas veces de perniciosísima influencia en la higiene, de gases y vapores procedentes de la descomposicion de materias orgánicas y de algunas sustancias trasportadas por los vientos y mantenidas en suspension.

Ordinariamente la diferencia entre las cantidades de oxígeno no pasa de 0'0048 del volúmen total correspondiente al tipo medio y esta diferencia no es de presumir tenga influencia nociva en los fenómenos de la vida orgánica; pero no debe así suceder cuando aquella asciende á 0'028, como se ha encontrado en algunas de las muestras remitidas á Mr. Regnault de muy remotos países y muy especialmente las que en 1848 á 1850 le envió M. Cherin, que las habia recogido sobre el Ganges durante una invasion colérica, justificándolo así mismo las observaciones hasta ahora practicadas para descubrir las causas de tan temida epidemia; de manera que por lo menos tal disminucion en la cantidad de oxígeno del aire debe ser una causa determinante de aquella.

De todos modos, siendo reconocida á este gas la importante mision de reconstituir la sangre de los animales, sin lo que no podrian subsistir mucho tiempo, con especialidad los que ocupan la parte superior de la escala zoológica, es claro y evidente que todo lo que tienda á devolver al aire las cantidades de oxígeno consumidas en la combustion, tendrá para la socie-

---

(1) Des climats et de l'influence qu'exercent les sols boisés et non boisés (1853). . . . . pág. 2.

(2) Algunos físicos la consideran de 0'006 término medio.

L. Peñuelas.—Revista forestal, económica y agrícola, T. I, p. 154.

dad suma importancia; esta será mayor aun si al propio tiempo que esto sucede, de él se eliminan los elementos, que, como el ácido carbónico, tan perniciosos efectos producen en la vida de los seres, que estamos interesados en conservar.

La combustion, ya se la considere en el acto de la respiracion, ya en el de la descomposicion de la materia orgánica ó inorgánica, ya en cualquiera otra reaccion química ó fisiológica, absorbiendo el oxígeno del aire produce continuamente ácido carbónico en cantidades muy considerables, de que nos podemos formar una idea, aunque remota, recordando que segun los cálculos de M. Bousingault se forman en París cada 24 horas 2.944,641 metros cúbicos de tan pernicioso gas, lo cual hace presumir la enorme cantidad, que cada dia se formará en toda la superficie de la tierra (1).

(1) Durante un año se consume en ella de oxígeno por: Metros cúbicos.

La especie humana. . . . .	160.000.000.000
Las demás especies. . . . .	640.000.000.000
TOTAL. . . . .	800.000.000.000

L. Peñueñas.—Revista forestal, económica y agrícola, T. I, pág 156, nota.

Segun los cálculos de M. M. Andral y Gavarret, un hombre de 30 á 40 años, en el acto de la respiracion, quema por hora, término medio, 11 gramos de carbono; una muger de la misma edad 7 gramos. Se puede admitir como término medio 9'5 gramos á 33 años.—Becquerel.—Éléments de Phisique terrestre. . . . . pág. 138, nota.

«De las numerosas observaciones que ha practicado dedujo M. Scharliny que:

1.º El hombre expira cantidades variables de ácido carbónico á las diferentes horas del dia.

2.º En igualdad de las demás condiciones, el hombre quema mas carbono cuando ha comido, que cuando está en ayunas, y despierto que dormido.

3.º Los hombres expiran mas ácido carbónico que las mujeres, y los niños quemán proporcionalmente mas carbono que los hombres.»

Bousingault.—Économie rurale. T. II, pág. 378.

El último ha deducido de sus experiencias (pág. 383) que el caballo y la vaca producen en 24 horas 4 metros cúbicos de ácido carbónico supuesto á 0º y 0m'76 de presion, consumiendo por lo tanto cada uno por dia aquel volúmen de oxígeno y que un cerdo de nueve meses quema en

Es indudable, pues, que si no existiera un agente compensador, en breve el aire que nos rodea seria impropio para la respiracion, para lo que, segun M. Becquerel, bastaria que tal gas aumentara hasta un 8 por 100 (1).

Este agente compensador existe por fortuna en las maravillosas propiedades de la vegetacion.

Es sabido que las partes verdes de los vegetales á la luz descomponen el ácido carbónico del aire, fijan el carbono y desprenden el oxígeno y esto con tanta mayor intensidad, hasta cierto límite, cuanta es mayor la cantidad de aquel, es decir, la necesidad, como fácilmente se deduce de las gigantescas proporciones, que en la época hullera alcanzaron especies en nuestros dias de pequeñas dimensiones y lo comprobaron las experiencias de Sennebier y de Saussure.

Algunos sin embargo les niegan tan importante beneficio fundándose en su modo de obrar en la oscuridad, en el acto de la germinacion y otros momentos de la vida de las plantas; mas si se tiene presente la gran cantidad de carbono, que en los vegetales se encuentra, que no puede ocurrir tal consoli-

---

el mismo tiempo 661 gramos de carbono (pág. 383): débese advertir que segun las experiencias de M. Scharling la cantidad de ácido carbónico expirada varía con la especie, la edad y el peso del individuo (pág. 377).

(1) Des climats. . . . . pág. 5.

M. Dumas asegura que, aunque el aire no se purificára, tendríamos oxígeno para 800.000 años y que solo á los 10.000 empezariamos á notar su disminucion; esto seria cierto si los animales participaran lo mismo del que contiene la atmósfera reducidísima en que de ordinario viven, que del que se halla en los inmensísimos espacios poco ó nada por ellos habitados, tanto en las capas inferiores como en las superiores, y de difícilísima mezcla con aquella; si los cálculos se hicieran teniendo presente la atmósfera habitada por los animales y la que puede prestarla el oxígeno por simple mezcla, que es la base esencial y necesaria, los resultados serian muy diferentes; además de que nos importaría poco que existiera en el aire oxígeno, si al propio tiempo hubiera ácido carbónico en cantidad bastante para hacer imposible la vida animal, como necesariamente sería consiguiente al peso específico (1'59) de tan fustoso gas y á la gran cantidad que diariamente se forma en la superficie de la tierra, como dejamos indicado.

dacion sin desprendimiento de oxígeno y desaparición de ácido carbónico, ni este proceder, casi en su totalidad, sino de la atmósfera, especialmente en los montes, no es posible poner en duda la grandísima influencia que la vegetación leñosa tiene en el equilibrio de los principios constitutivos del aire respirable, ni tampoco que descarbonizando la atmósfera de la época hullera, en que, según M. A. Brongniart, tenía un 8 por 100, al par que otros accidentes geológicos, preparó el advenimiento del hombre en la tierra, al propio tiempo que condensando tan enorme cantidad de carbono dió origen al primer elemento de la industria moderna.

Para que nuestros lectores puedan formarse una idea mas exacta de las condiciones atmosféricas de la época referida y la indicada influencia de los montes les recordaremos, que todo el carbono hoy existente en la atmósfera se calcula equivalente al de una capa de hulla de 1'3 milímetros de espesor extendida sobre la superficie de la tierra (1); que, según M. Elie de Beaumont, un monte bajo de buenas condiciones contiene por hectárea próximamente la misma cantidad de carbono que una capa de hulla de la misma superficie y 2 milímetros de espesor, y el mejor monte alto no mas que otra de 6 milímetros, (2) calculándose necesaria la vegetación forestal de un siglo para producir á lo sumo, en las circunstancias actuales, por su trasformación una capa hullera de 16 milímetros (3).

Chevandier y Liebig elevan respectivamente á 1.750 y 2.000 kilogramos el carbono, que anualmente fija en el leño una

---

(1) Esta cantidad no es, como á primera vista parece, insignificante ya que la region de la hulla ocupa una pequenísimá parte de la superficie de la tierra.

(2) Un robleal de 150 años de medianas condiciones contiene el carbono equivalente á una capa de hulla de 20 mm. según resulta de las tablas de productibilidad de Cota y las experiencias de Chevandier.— (Becquerel.—Éléments de Physique terrestre et meteorologie, pág. 138.)

(3) Id. id. id. . . . . pág. 137.

hectárea de monte (1); la mayor ó menor cantidad depende de las condiciones del mismo esencialmente variable; pero si tomamos el término medio de las anteriores y le dividimos por el número de días del año resultará, que en cada uno la hectárea de monte fija 5'14 kilogramos de carbono, es decir el que, segun se deduce de la nota de la página 6, exhalan en el mismo tiempo 22'54 personas adultas.

A los grandes servicios que, segun dejamos indicado, la vegetacion leñosa nos presta conservando el equilibrio en los principios constitutivos del aire, hay que añadir por el momento otro, el de que le purifica de los miasmas que tantos daños á la humanidad producen.

Los miasmas, cuya naturaleza íntima no es bien conocida (2), se desprenden ordinariamente de las aguas estancadas en los terrenos pantanosos y de la humedad, que por algun tiempo subsiste en los que estuvieron sumergidos, por efecto de la descomposicion de materias orgánicas, que en ellos tiene lugar; mezclándose con el aire húmedo y arrastrados en su corriente afectan mas ó menos profundamente la salud del hombre produciendo, segun las latitudes, intermitentes, el cólera, la fiebre amarilla, etc. á largas distancias del foco de infeccion.

Fácilmente se comprenderá que los habitantes, que se encuentren en el camino, que tales vientos pestilentes recorren en la época de desarrollo de tan perniciosas emanaciones, han de estar mas expuestos á contraer las enfermedades consiguientes, y así en efecto lo acredita la experiencia, no solo con relacion á pueblos distintos sino tambien respecto á las calles y barrios de un mismo pueblo; pues si bien despues de haber penetrado en ellos la *mala aria* suele extenderse por todo su ámbito, ocurre muchas veces que pierde parte de su intensidad nociva, allí donde primero obra y otras que sale de ellos sin influir en la admósfera propia de ciertos sitios.

---

(1) Becquerel.—Des climats. . . . . pág. 5.  
(2) Id. id. . . . . id. 5.

Cuando los vientos húmedos, que conducen los miasmas, encuentran en su camino un monte ó plantacion de árboles, no causan daño alguno á los pueblos, que estos protegen, ya sea porque desvien las corrientes perniciosas, ya porque cambien sus propiedades por la absorcion de los miasmas, que arrastran consigo, como lo creen M. Rigaudt de Lille, que lo ha observado en Italia con referencia á las intermitentes (1) y M. Rappe respecto al cólera en Francia (2); muchos otros médicos opinan como los anteriores.

Pero si los montes impiden la trasmision, no contribuyen menos á evitar la formacion de tan funestas emanaciones en muchas localidades; pues si sobre los terrenos que las producen se hacen vegetar árboles de rápido crecimiento, que evaporen el agua paulatinamente libre de las sustancias que deben constituir aquellas, las absorban por las raices, y defiendan el suelo de los rayos directos del sol, será imposible que se reunan las circunstancias necesarias para el desarrollo de las emanaciones: la experiencia además acredita que estas se han presentado produciendo lamentables consecuencias en ciertas comarcas, en otro tiempo fértiles y saludables, á que imprudentemente se privó de los beneficios, que una vigorosa vegetacion leñosa les prodigaba, siendo en tal concepto digna de mencion la Sologne (Francia), cuya miseria é insalubridad de hoy contrasta singularmente con su estado próspero de otros tiempos, como lo justifica M. Lemaire historiador del ducado de Orleans.

---

(1) Becquerel.—Des climats. . . . . pág. 9.  
(2) Revue des eaux et forêts (1865). . . . . id. 500.

### III.

El viento no es otra cosa que aire en movimiento, ó que corre, como decia Epicuro.

Su estudio es de grandísima importancia en Meteorología é Higiene por la diversa influencia que en los demás factores del clima y en la vida de los seres tiene segun su direccion y frecuencia, velocidad, fuerza, estado de humedad ó sequedad y las sustancias que consigo arrastra; no menos le necesitan la industria y el comercio por las muchas aplicaciones que hacen de él y muy especialmente á los marinos conviene conocer todas las condiciones de los vientos regulares é irregulares para aprovechar convenientemente su fuerza y evitar su resistencia, por cuya razon de ellos se han formado mapas que reasumen todas las observaciones hasta el dia practicadas y se organizan otras de grande interés para la navegacion.

En la antigüedad se creia que los vientos procedian del interior de la tierra, principalmente en los países montañosos, y que ciertas cavernas estaban destinadas á darles salida; mas al presente se atribuyen á muchas causas y *principalmente á la desigual distribucion del calor (1) y á la condensacion rápida de los vapores acuosos de la admósfera.*

Halley y Franklin fueron los primeros que dieron nociones

---

(1) Las circunstancias que modifican la temperatura de los diferentes puntos de la superficie de la tierra y consiguientemente la del aire con ella en contacto son muchas, como la presencia de las aguas por su gran capacidad calorífica y enfriamiento consiguiente á su evaporacion; la mayor ó menor humedad del suelo; las condiciones físicas y geognósticas de éste, ya que con ellas varian las absorbentes y emisivias que le son propias; la vegetacion que le cubre, pues, segun veremos mas adelante, no todas las especies de plantas, ni la disposicion y dimensiones en que se encuentran, influyen igualmente; la altitud; la presencia de las nubes que interceptan los rayos solares en determinadas comarcas y lugares... etc. «Se observa, dice Mr. Daguin, pág. 162, que basta el paso de una nube por encima de una llanura expuesta al sol, para que se note una agitacion pronunciada en el aire.»

exactas sobre las *causas originarias* de los vientos, hoy admitidas, y que son por su sencillez fácilmente comprensibles.

En efecto, si el Sahara por las condiciones de su suelo y su posición geográfica adquiere una temperatura mucho más elevada que los países, que se encuentran á partir de él en la dirección de los polos, es indudable que, trasmitiéndosela al aire que sobre él descansa, se formará una columna ascendente de tanta mayor velocidad cuanto mayor sea la temperatura adquirida, consiguientemente mayor la diferencia entre su densidad y la del aire de las capas superiores, aunque en parte disminuya por la menor presión á que con la altura está sujeta (1); de esta suerte se producirá el vacío imperfecto y á

(1) M. Daguin en su excelente tratado elemental de Física teórica y experimental con aplicación á la Meteorología y á las artes industriales, T. II, pág. 122, se expresa así:

«Las capas inferiores calentadas tienden á elevarse en virtud de su ligereza específica y á trasportar así el calor á las regiones superiores. Pero es preciso observar que estas capas al remontarse están sometidas á presiones decrecientes y por consiguiente se rarifican, lo que las enfría (982). Por lo demás estos movimientos solo tienen lugar muy cerca de la tierra, cuando el sol calienta fuertemente el suelo y es fácil de ver que no se verifican en el conjunto de la atmósfera; en efecto basta para que haya equilibrio estable que las capas vayan disminuyendo de densidad de abajo arriba, lo que depende á la vez de su temperatura y de su presión. Si suponemos que el suelo está á 30° y que la temperatura del aire disminuye 1° por 31 m. de elevación, la capa de aire inferior calentada á 30° no podrá elevarse; pues para que suba 30 m. sería necesario que su densidad fuese menor que la de la capa de aire, que se halla á esta altura. Pues si designamos por 1, la densidad á 0° bajo la presión de 760 milímetros, la densidad de la capa á 30°, bajo la misma presión será

$\frac{267}{267+29} = 0.8989$ . La densidad de la capa situada á 30 m. de altura, cuya temperatura es solo de 29, sería  $\frac{267}{267+29} (= 0.902)$  si la presión era la misma; pero como esta disminuye cerca de 1 mm. por cada 10' 5 m. de elevación (265), lo que hace 2 mm. 86 para una altura de 30 m., la densidad solo será de  $\frac{267}{267+29} : \frac{760}{760-2.86} = 0.8984$  (verificados los cálculos resulta 0.89867) es decir un poco menor que la de la capa á 30°. No hay pues motivo para que esta se eleve y vaya á ocupar el lugar de la otra.»

Esto sería exacto si lo fuera que la diferencia de temperatura en los

llenarle, obedeciendo á sus condiciones extensivas, el aire de las comarcas limítrofes se precipitará de unas en otras, formando corrientes polares con una velocidad proporcionada á la que tiene la referida ascensional, aunque varia con las formas del terreno por donde cruza, como dirémos luego; llega aquella á mayor ó menor altura en la admósfera, segun fuere mayor ó menor el impulso que recibiera, y cuando éste, disminuido por el descenso de la temperatura del aire, que se produce con la altura, por las resistencias halladas y la menor presion se lo permite, se extiende al mismo fin que las anteriores en las direcciones opuestas á las polares dando lugar á cierta distancia á corrientes descendentes para reemplazar el airé de la parte inferior, que se ha dirigido al punto caldeado.

Para apreciar estos efectos puede utilizarse el medio de que se valió Franklin, ya que por su sencillez es fácilmente practicable: redúcese á poner dos bugías una en la parte superior y otra en la inferior de una puerta de comunicacion entre dos ha-

---

30 m. solo alcanzára á 1°; pero no lo será si aquella resulta mayor, como vamos á probar.

Supongamos que en lugar de un grado difiera en dos la temperatura correspondiente á las dos capas de aire; haciendo cálculos análogos á los anteriores, resultará que la *densidad del superior será de 0'984* y por consiguiente siendo mayor que la del inferior ascenderá esta y bajará aquella, de donde se deduce *que los juiciosos razonamientos de Mr. Daguin servirán para conocer cuando el ascenso ó descenso tendrá lugar y hasta que altura, especialmente si se tiene en cuenta la fuerza impulsiva que lleva la corriente*, como él lo hace al combatir la teoría de Mr. Saigey en la página 167, pero para ello es preciso conocer con exactitud la temperatura de las dos capas de aire, sin cuyo dato esencial se puede con un buen razonamiento deducir una consecuencia falsa por fundarse en base que lo es, y como cuando el sol calienta fuertemente el suelo la diferencia entre la temperatura del aire inferior y la del superior es bastante considerable, compréndese fácilmente que la corriente ascendente existirá y con tanta mayor velocidad cuanto es mayor aquella diferencia, de suerte que la consecuencia que á primera vista se desprende de lo que dice Mr. Daguin no es exacta, como por otra parte lo acredita la experiencia diaria, pues de no existir aquellas rápidas corrientes ascendentes y sus consiguientes laterales, no se podría justificar la existencia de los vientos.

bitaciones desigualmente caldeadas y se deduce de la direccion de las llamas la existencia de las dos corrientes superior é inferior, observándose al medio una masa de aire estable: tambien pueden apreciarse estos efectos en las chimeneas y estufas.

Los vientos así producidos se llaman de *aspiracion* y se conocen otros por vientos de *insuflacion* debidos al enfriamiento del aire de una comarca, que consiguientemente se precipita sobre el de las próximas de mayor temperatura, como se observa muchas veces en las montañas.

Hemos dicho que la condensacion rápida de los vapores acuosos de la admósfera, ó sea su resolucion en lluvia, origina tambien los vientos, y en efecto así sucede, porque como con aquellas se produce una gran disminucion de presion, ya que el agua ocupa, segun M. Daguin, un volúmen 1700 veces menor que el vapor de que procede, el aire de las regiones vecinas se precipita para llenar el vacío resultante; de aquí los vientos que diariamente se observan despues de los fuertes aguaceros.

Fácilmente se comprende que los vientos de *insuflacion* y los producidos por la lluvia *han de ser mas locales que generales* y que estos serán casi siempre debidos á la causa primeramente indicada, es decir á la diferencia en la temperatura del aire de las regiones mas ó menos próximas, y por consiguiente podemos considerarla principalmente originaria de los vientos, ya que además la segunda se funda en ella y casi siempre acompaña á la tercera.

Parece deducirse de lo expuesto que los vientos generales debieran tener siempre la direccion de los polos al ecuador en la region terrestre y la contraria en las capas superiores de la admósfera; no sucede así, porque el movimiento de rotacion de la tierra los hace impresionarnos en las direcciones perpendiculares y medias, cuando las cordilleras, los montes y el choque de otras corrientes generales y locales y otros obstáculos por el estilo, no los hacen sufrir modificaciones en el sentido de su direccion azimutal ó zenital dando lugar á los vientos variables.

Con esta teoría se explican perfectamente las *brisas costerizas*, los *musones*, los *vientos alizeos*, que tanto alarmaron á los compañeros del intrépido Colon, que temian no poder con ellos regresar á su patria y todos los vientos regulares, como lo hace con detalles suficientes M. Daguin en su obra precitada, pág. 163 y siguientes; no los consignamos por no alargar excesivamente este estudio; pero no podemos renunciar á decir algunas palabras sobre las *brisas de montaña* observadas por M. Fournet y descritas en los *Annales de chimie et de physique*, 2.<sup>o</sup> serie, t.<sup>o</sup> LXXIV por tener mas relacion con nuestro objeto.

Estas brisas son particularmente notables en los valles estrechos y desfiladeros. Cuando el sol sale, *calienta* desde luego la cúspide de las montañas despobladas en las exposiciones E. y S-E. atrayendo el aire hácia la montaña, hasta que se cambia la corriente, cuando el sol calienta el fondo del valle; observándose que las horas de una y otra corriente coinciden con las de las brisas de mar y de tierra en las costas.

Tales vientos reciben nombres especiales y ya desde antiguo se conocen muchos notables por la localidad de que proceden y que repetidamente se consignan en las obras clásicas griegas y latinas.

Aunque la teoría que dejamos consignada es la mas generalmente admitida por los meteorologistas modernos, no deja de contar con respetables impugnadores; entre ellos figura M. Saigey que dice no puede con ella explicarse el predominio en nuestras regiones templadas de los vientos del O. (1) cuando los del E. debieran tenerle constantemente y ser muy violentos, ya que en ellas el calor y el movimiento de rotacion cre-

---

(1) Segun las observaciones de M. M. Fournet y de Gasparin no hay tal predominio de los vientos del O; pues mientras en unas comarcas corresponde al S.-O. como sucede en la region atlántica de Francia, en la cuenca del Ródano, en España é Italia es al N. y en la parte occidental de la region mediterránea corresponde el predominio á los vientos del O.; con esto se hace patente además cuanto influyen las causas locales en la direccion de las corrientes.—Bécquerel.—Éléments de Physique terrestre, etc. . . . . pág. 317.

cen mas pronto que en el ecuador; á esta objecion contesta M. Becquerel que la corriente ascensional no solo puede ser producida por la dilatacion de las capas en contacto con el suelo por efecto del caldeamiento, cuya temperatura pierden con la altura, sino tambien por las moléculas de aire de las laterales que acuden á la parte calentada; al mismo objeto puede servir la opinion admitida de que los vientos del N. E. son rechazados por las corrientes del S. O. en nuestros climas y que solo aquellos dominan ordinariamente en las regiones polares; M. Daguin contesta á esta objecion de M. Saigey (1) haciendo constar que, segun se deduce de las observaciones practicadas, *las corrientes superiores que en el ecuador marchan en direccion á los polos bajan sobre el grado trigésimo de latitud para regresar al ecuador rozando á la tierra*; de suerte que el circuito que forman no se extiende mas acá de los trópicos, del mismo modo que las brisas costerizas solo se perciben á corta distancia del litoral estando limitado á un reducido espacio el movimiento que las produce.

M. Saigey objetó tambien diciendo que el decrecimiento de la temperatura del aire con la altura es en el ecuador demasiado lento para que las inferiores puedan elevarse notablemente, y M. Daguin admitiendo este supuesto, que en nuestro concepto está léjos de ser cierto, le contesta que la ascension de la columna de aire ecuatorial no debe solo calcularse por la disminucion de la densidad producida por el calor sino teniendo en cuenta el choque de las corrientes, que vienen del N. y del S. resultando *un efecto de impulso adquirido*, que hace que la columna ascendente pase el límite correspondiente á las densidades relativas, como se observa en las aguas ascendentes y que además siendo el aire del ecuador húmedo y cálido le impulsa como fuerza ascensional la menor densidad del vapor acuoso.

M. Saigey supone que las corrientes aéreas son, sí, producidas por las diferencias en la presion motivadas, entre otras

(1) Obra citada, . . . . . tomo 2.º . . . . . pág. 167.

cosas, por la temperatura, pero cree que á ello contribuyen *esencialmente* los accidentes orográficos del terreno; de manera que en lugar de producirse con el caldeamiento de las capas inferiores corriente ascensional, se produce descendente ocasionando vientos en sentido inverso de los que considera la teoría anterior.

Para ello dice: si se supone la atmósfera dividida en capas horizontales de igual densidad, es indudable que sobre cada punto de una llanura será la presión igual á la que gravita en la cúspide de las montañas sobre ella elevadas, mas la que corresponde á las capas inferiores; si algunas de estas pierden densidad por el caldeamiento del suelo, las superiores bajarán por ser su peso mayor que el de las de la cúspide de la montaña y consiguientemente la corriente subirá por esta produciendo un viento del centro á la circunferencia en lugar de ser de la circunferencia al centro, punto caldeado, que admite la teoría anterior; es decir que esta supone producidas las corrientes por una suerte de aspiración de las masas no caldeadas y aquella por derrame de las que lo fueron (1).

Imposible es en nuestro concepto resolver en absoluto si en algunas ocasiones no se verifica el supuesto de M. Saigey; pero si se atiende á la fuerza expansiva de los gases y á los hechos citados, que á nuestra vista pasan cada dia, es indudable que debemos preferir la primera teoría, ya que con ella queda justificada la dirección de los vientos, en que menos pueden influir causas accidentales difíciles de tener en cuenta (2).

Con la primera en efecto se explica bien el origen de los vientos alíseos, musones, etésios (3) las brisas del mar y otros

---

(1) Becquerel.—Éléments de Physique terrestre, etc. pág. 344 á 347.

(2) Mr. Daguin sin negar que pueda en circunstancias especiales suceder lo que supone M. Saigey en cuanto se refiere á los vientos continentales, rechaza la teoría, porque con ella no puede explicarse la existencia de los vientos regulares, ya que el aire supra-marino no se caldea tanto como el de la tierra y segun ella debieran aquellos tener una dirección contraria.—Obra citada, T. II, pág. 168.

(3) Segun M. Daguin (obra citada, T. II, pág. 168) M. Saigey conside-

generales y locales, muy especialmente si se tiene en cuenta que las corrientes laterales no siendo de igual velocidad pueden traspasar el indicado centro directa ó indirectamente yendo al lado opuesto á impresionarnos, cual si procedieran originariamente de los puntos caldeados; así creemos pueden esplicarse los vientos abrasadores que algunas veces del Sahara recibimos, especialmente en el verano; pues siendo más rápida la corriente que procede de la region meridional, que la que la Europa caldeada puede mandarnos, aquella llega á nosotros con las condiciones poco agradables que el gran desierto la comunica y que, á ser cierta la teoría de M. Saigey, con mas frecuencia abrasaría nuestros campos.

Indicadas las causas originarias de los vientos regulares y locales y la teoría de su propagacion, ni creemos necesario entrar en la descripcion detallada de los primeros, ni los dominantes de los segundos por no ser necesario á nuestro objeto, así como tampoco hablaremos de los vientos irregulares procedentes del choque de los anteriores por mas que tengan mucha influencia en las condiciones del clima local, ya que esto nos haría extender los límites de este libro mas de lo regular y sea por otra parte objeto mas propio para una obra especial de Meteorología.

La velocidad de los vientos, segun hemos dicho, depende de la intensidad de la causa que los produce y de las formas del terreno por donde pasan cuando son bajos, pues en los valles reflejándose sobre las pendientes, que los constituyen, determinan en el tálwech, como direccion de la resultante de aquellas fuerzas, corrientes mas rápidas, á la manera que lo hacen las aguas; de aquí el dicho vulgar de los vientos *encallejados*, que son siempre mas fuertes y de temperatura mas pronunciada que los que se reciben en el llano siquiera tengan igual procedencia.

---

ra los musones como procedentes de las brisas, y los alizeos como la resultante inmediata de los musones y la general de todas las brisas; pero esto no es admisible.

Para distinguirlos en las relaciones se llaman:

*Viento apenas sensible* cuando la tiene de 0'5 metros por segundo; *sensible* cuando alcanza 1 metro; *moderado* si llega á 2 metros; *bastante fuerte* si á 5'5 metros; *fuerte ó fresco* cuando es aquella de 10 metros; *muy fuerte ó muy fresco* cuando de 20 metros; de *tempestad* si es de 22'5 á 27'5 metros; *huracan* si de 36 metros y *grande huracan que derriba los edificios y desraiga los árboles* cuando tiene la velocidad de 45 metros por segundo, (1) midiéndose la que caracteriza á los bajos con auxilio de los ananómetros y la de los elevados por la sombra de las nubes, que consigo arrastran, aunque de esta suerte se cometen no pocos errores.

Aunque la fuerza mecánica del viento debe depender de sus condiciones físicas y de la velocidad, y por lo tanto ser esencialmente variable, se puede admitir que es proporcional á la superficie sobre que obra y está en razon del cuadrado de la última y que para una velocidad de 1 metro por segundo, por cada uno cuadrado el efecto producido equivale próximamente á 0'125 kilogramos; de manera que en las tempestades de 20 metros de velocidad resultará para cada metro cuadrado 50 kilogramos y en los huracanes de una velocidad de 40 metros 200 kilogramos, haciendo así comprensibles los terribles efectos, que tales accidentes producen (2).

Ya hemos dicho cuando los vientos se cargan de miasmas y como de ellos se desprenden, en opinion de personas respetables, cuando en su camino encuentran masas de vegetacion arbórea; indiquemos ahora cuando adquieren sus propiedades físicas características.

Segun el punto de donde proceden ó las comarcas por donde atraviesan los vientos, así el aire tendrá una temperatura mas ó menos elevada, pues que aquellas se la trasmiten con facilidad; por eso el *Simoum* de los árabes ó *Siroco* de los italianos cal-

(1) Daguin obra citada. . . . . pág. 154.

Becquerel.—Éléments de Physique terrestre, etc. . . . . id. 305.

(2) Id. id. id. id. . . . . id. 306.

deado por las abrasadoras arenas del *Sahara* eleva muchas veces la columna termométrica á 50° á la sombra (1), mientras que los vientos polares nos transmiten las temperaturas glaciales de la Siberia algo modificadas por las menos estremadas de los países, que cruzan en su camino y las brisas del mar esa temperatura agradable y moderada, que caracteriza á las costas y las islas y que se debe á las condiciones caloríficas del agua de los mares, que tiende siempre á conservar una temperatura poco variable en las diferentes estaciones del año.

Atravesando terrenos desnudos de vegetacion y de pulverizada arena cubiertos, como las dunas, la arrastra sepultando con el tiempo bajo ella los campos y los pueblos y desde luego hiriendo de mil modos á las plantas y obstruyendo los poros y estómates, que les son indispensables para la marcha regular de su desarrollo.

Finalmente, cuando caldeadas las corrientes cruzan en su rápida carrera vastas superficies de agua, como los lagos ó los mares, la evaporan y arrastran consigo hasta que encuentran una corriente opuesta ú obstáculos de otro género, que las detienen en su carrera ó las obligan á elevarse en la admósfera disminuyendo su temperatura y haciendo que se precipite el agua bajo la forma de lluvia mas ó menos intensa, cuando de ella no se descargaron paulatinamente al atravesar extensas comarcas dotadas de admósfera poco saturada.

Fácilmente se comprende, segun lo dicho, que las propiedades inherentes á cada viento pueden cambiar con las estaciones y aun por efecto de causas accidentales; que no serán aquellas idénticas para cada uno en comarcas distintas y que es mucha su influencia en los climas.

Cuando se presentan moderados y libres de sustancias nocivas, léjos de causar daños tienen la importante mision de conservar la homogeneidad de la admósfera agitando sus elementos y de dar á los séres orgánicos mayor fuerza y actividad en sus funciones.

---

(1) Becquerel.—Des climats. . . . . pág. 112.

Pero cuando cargados de pestilentes emanaciones ó convertidos en embravecidos huracanes llegan á una comarca, esparcen por doquier la miseria y la muerte, ya produciendo las indicadas epidemias, ya derribando cuanto hallan á su paso, ya perturbando las funciones vitales de los animales y las plantas con su elevada ó extremadamente baja temperatura, ya deteriorándolos con las sustancias pulverulentas, que arrastran en su velóz carrera, ya produciendo, como veremos mas adelante, esos temidos aguaceros origen de dosoladoras inundaciones, ya por fin sepultando en el abismo al intrépido marino, que no siempre puede con sus inteligentes esfuerzos dominar los desordenados movimientos que aquellos imprimen á su nave.

Difícil, si no imposible, seria evitar completamente los daños que los vientos moderados por sus propiedades físicas pueden producir, ya que no lo fuera llegar á conocer cuales son los mas beneficiosos á todos los habitantes de una extensa comarca; pero sí pueden atenuarse en gran manera los que al mayor número ocasionan, y muy especialmente los que son consiguientes á los miasmáticos y huracanados, que todos están igualmente interesados en hacer desaparecer, *como puede en gran parte conseguirse con una acertada distribucion de la vegetacion leñosa.*

En efecto; el aire, como todos los gases, es esencialmente elástico y divisible; los árboles son mas ó menos flexibles y dejan entre sí y entre sus numerosos órganos millares de intersticios presentando camino irregularísimo y lleno de obstáculos por donde aquel puede pasar; de aquí resulta que cuando un viento encuentra un monte en su camino, ó penetra en él perdiendo su violencia con tanto obstáculo y estremada division, ó reflejándose en sus tallos y copas modifica su direccion azimutal ó zenitalmente y consiguientemente su fuerza y, como se deducirá de lo que mas adelante expondrémos y lo que queda dicho, sus condiciones físicas é higiénicas.

Es, pues, indudable que el pueblo, que se halle en el lado

opuesto, quedará con el monte defendido de la accion perniciososa de tales corrientes, tanto mas completamente cuanto mayor sea la altura y el espesor de la capa protectora.

Así es como en el valle del Ródano, donde sopla frecuentemente el *mistral*, con un seto de 2 metros de altura preservan las tierras hasta 22 de distancia, haciendo posibles ciertos cultivos, que no resisten á la violencia de este viento (1), allí introducido por el descuaje de los Cévennes en el reinado de Augusto (2); así es como M. Hardi pretende librar á la Argelia de los perniciosos vientos del Sahara (3); así es como la Francia, segun verémos mas adelante, ha evitado la propagacion de las dunas de Gascuña haciéndolas al propio tiempo productivas, y así es, en fin, como en todas partes el ilustrado labrador abriga sus cultivos, aunque algunas veces á costa de los perjuicios inevitablemente ocasionados por la sombra y la cubierta de las plantaciones protectoras (4).

Con lo expuesto creemos dejar plenamente convencidos á nuestros lectores de la grande y benéfica influencia, que los montes tienen en el aire y sus corrientes, y la necesidad de distribuirlos en cada comarca de la manera mas apropiada para hacerla efectiva al propio tiempo que satisfagan á otras necesidades.

---

(1) Becquerel.—Des climats, etc. . . . . pág. 116.

(2) A. Pisot.—Annales forestières. (1859).. . . . id. 78.

Tal era la violencia de este viento que los pueblos le consideraban en otro tiempo como un azote del cielo, erigiéndole templos en que le ofrecían sacrificios.

(3) Becquerel.—Des climats, etc. . . . . id. 179.

(4) La acertada distribucion en las grandes planicies de fajas de monte ó plantíos de árboles evitaría la necesidad de los setos vivos de mucha altura, que tantos daños producen á los campos, que circundan, al propio tiempo que podría con sus productos maderables atenderse á la necesidad, que de ellos se experimenta en comarcas semejantes. Si la asociacion no lo hace, debiera hacerlo el Estado ó los pueblos eligiendo al efecto los terrenos mas pobres para el cultivo agrícola, que por desgracia son en ellos bastante comunes.

Pero ¿todos los montes obrarán con la misma intensidad en todos los vientos? Indudablemente no.

Su accion depende, como es fácil comprender, de las condiciones de la especie arbórea que forma el vuelo, ya que las de hoja caduca no presentan en invierno los obstáculos, que las que la tienen persistente, de la altura de estos mismos árboles y de su espesura; por consiguiente variará la accion con el método de beneficio, lo hará asimismo con la orientacion y sistema de cortas, con las condiciones orográficas de la comarca, las especiales del terreno que ocupen los árboles, y con muchas otras circunstancias, que seria enojoso enumerar, ya que son notorias. Tambien lo es, ó por lo menos fácilmente comprensible, que su accion no será igual para todos los vientos, ya que de estos los hay elevados, que no influyen mucho en las capas inferiores de la admósfera, no alcanzando á ellos por lo mismo la influencia de los abrigos forestales, mientras que otros se presentan inclinados al horizonte ó rastreros, que aquellos anulan ó modifican, como queda dicho.

Es por lo mismo imposible decir á priori y de una manera absoluta qué influencia tendrán los montes de una nacion en tal concepto; pero no lo es comprender que distribuidos con acierto y segun las circunstancias lo exijan pueden prestarnos grandes servicios.

En el resúmen, con que terminaremos esta primera parte de nuestro libro, harémos algunas consideraciones comparativas sobre la influencia de los campos, los yermos y los montes poblados completando el contenido del presente estudio, ya que de hacerlo en cada uno tendríamos que incurrir en repeticiones enojosas.

---

## SEGUNDO ESTUDIO.

### Los montes en sus relaciones con el suelo.

SUMARIO. **I.** Formacion y division del suelo; propiedades físicas de sus principales elementos.—**II.** En su parte superior el suelo de los montes es mas esponjoso y absorbente y en la inferior mas permeable que el de las tierras cultivadas en la region de aquellos.—El subsuelo adquiere tambien mayor potencia de infiltracion.—**M.** Vallés sostiene lo contrario; refutacion de sus principales argumentos.—**III.** Denificion y descripcion de las dunas, landas y estepas; los montes fertilizan los terrenos que ocupan estas, al propio tiempo que evitan su perniciosa influencia en los pueblos y en los campos.—**IV.** Los montes impiden la denudacion y abarrancamiento de las pendientes, hacen menos funestas las inundaciones en los campos y en los pueblos y dan á las montañas condiciones de productibilidad, que sin ellos serian imposibles.—Evitan así mismo los perjuicios considerables, que á muchos ocasiona el desprendimiento de los aludes.

#### I.

Los suelos proceden de la descomposicion de las rocas subyacentes ó de los detritus de otras mas ó menos lejanas, que al punto en que se hallan condujeron las aguas, los vientos ó las corrientes volcánicas formando generalmente capas horizontales en su origen, despues mas ó menos inclinadas por los movimientos subsiguientes del terreno.

Aunque depende de las condiciones de la roca que los produce, los primeros son de ordinario poco profundos, al paso que los segundos por componerse de capas sobrepuestas en largos y lejanos períodos geológicos suelen tener mayor espesor, cuando las causas indicadas no acarrearón á otros sitios sus elementos.

Los primeros, como es fácil de comprender, son también más homogéneos que los segundos, cuyas partes de muy diferentes rocas procedentes se combinan y mezclan de mil modos produciendo grandísima variedad en sus condiciones propias, sea cualquiera el punto de vista bajo que se les considere.

Por importante que sea conocer el origen y formación especial de los diferentes suelos, las clasificaciones que de ellos se han hecho y el modo de obrar de cada uno sobre la vegetación, prescindiremos de tan interesante materia para dar de ellos las nociones indispensables á la más fácil inteligencia de las modificaciones, que experimentan con la vegetación arbórea y su influencia en los agentes físicos, de que nos hemos de ocupar.

En el suelo débense considerar dos partes principales:

El *suelo* propiamente dicho ó *tierra vegetal*, es decir, la parte superior, en que las plantas nacen y extienden de ordinario sus raíces absorbiendo las sustancias necesarias á su desarrollo y cuyo espesor varía con las condiciones geognósticas, las físicas de sus elementos y las orgánicas de los vegetales, y el *sub-suelo* que, si influye algunas veces suministrando á las plantas los elementos, de que aquel carece, lo hace más ordinariamente solo por su permeabilidad, ya deteniendo el paso del agua, de que se aprovechan con ventaja los suelos ligeros algo profundos y de que se resienten los fuertes, ya dejándosele libre, como conviene á los últimos y no á los primeros.

El *suelo* se compone principalmente del *humus* (1) producido por la descomposición de los cuerpos orgánicos, de *sílice*, *caliza* y *arcilla* en diferentes estados y proporciones, que influyen en los agentes exteriores y á su vez son por ellos modificados;

---

(1) Realmente es el mantillo lo que constituye una de las partes integrantes del suelo; pero como de él se deriva el *humus*, cuyas propiedades son bien conocidas, prescindimos por un momento de las partes aun no bien descompuestas, siquiera tengan mucha influencia en las condiciones de los suelos, tomando el segundo por el primero, con lo que con más seguridad cumpliremos nuestro cometido.

importa, pues, á nuestro objeto que indiquemos las propiedades físicas de estos materiales y otros que en él se encuentran con frecuencia aunque no en tanta cantidad, á cuyo efecto consignaremos el resultado de los experimentos de Schubler (1).

Sobre la *densidad* de las tierras obtuvo los siguientes:

DESIGNACION DE LAS TIERRAS.	PESO ESPECÍFICO, siendo 1 el del agua.	PESO DEL LITRO DE TIERRA COMPRIMIDA.	
		Seca.	Húmeda.
		<i>kil.</i>	<i>kil.</i>
Arena caliza.. . . . .	2,822	2,085	2,605
Id. silicea. . . . .	2,753	2,044	2,494
Yeso. . . . .	2,358	1,676	2,350
Arcilla pobre. . . . .	2,701	1,799	2,386
Id. crasa. . . . .	2,652	1,621	2,194
Id. pura. . . . .	2,591	1,376	2,126
Tierra caliza fina, carbonato de cal. . . . .	2,468	1,006	1,758
Humus. . . . .	1,235	0,632	1,428
Tierra de jardin. . . . .	2,332	1,499	1,744
Id. arable de Hoffwyl.	2,401	1,537	2,180
Id. id. del Jura.. . .	2,526	1,731	2,126

Segun consta en el estado anterior, el *humus* tiene la menor *densidad* y las *arenas silicea* y *caliza* la mayor.

Todos los elementos del suelo no tienen la misma potencia de *embibicion*: 100 partes de aquellos desecados á 40° ó 50° absorben el agua como lo expresan los siguientes números:

(1) Bousingault.—Économie rurale, t. I, pág. 599 y siguientes.

Becquerel.—Des climats. . . . . pág. 19 y siguientes.

Idem — Memoria sobre los montes y su influencia climática leída en la Academia de ciencias de Francia el 22 de Mayo de 1865.

DESIGNACION DE LAS TIERRAS.	AGUA ABSORBIDA por 100 partes de tierra.	UN LITRO DE TIERRA MOJADA CONTIENE	
		Agua.	Tierra.
		<i>kil.</i>	<i>kil.</i>
Arena silícea. . . . .	25	0,499	1,995
Yeso (en el estado de hi- drato). . . . .	27	0,501	1,855
Arena caliza.. . . .	29	0,582	2,021
Arcilla pobre. . . . .	40	0,682	1,654
Id. crasa. . . . .	50	0,730	1,464
Id. pura.. . . .	70	0,875	1,251
Tierra caliza fina, carbo- nato de cal. . . . .	85	0,808	0,950
Humus. . . . .	190	0,935	0,493
Tierra de jardin. . . . .	89	0,821	0,923
Id. arable de Hoffwyl.	52	0,745	1,435
Id. id. del Jura.. .	48	0,689	1,437

De donde resulta que las *arenas silícea* y *caliza* y el *yeso* son las que tienen menos afinidad para el agua, aunque depende esto del grado de division, y el *humus* es el que la tiene mayor.

La *tenacidad* ó *consistencia* y la *cohesion* no son proporcionales á la facultad anterior; pues que el *humus* es de los que las tienen en menor grado y la *arcilla* en el mayor, existiendo entre ellas la relacion de 8,7 á 100, como aparece en el estado de la página siguiente :

DESIGNACION DE LAS TIERRAS.	TENACIDAD de la tierra seca siendo 100 la de la arcilla.	TENACIDAD espresada en peso.	COHESION en el estado húmedo: adherencia vertical al hierro y á la ma- dera sobre un deci- metro cuadrado.	
			Hierro.	Madera.
			<i>kil.</i>	<i>kil.</i>
Arena silicea.. . . .	0,0	0,00	0,17	0,19
Id. caliza.. . . .	0,0	0,00	0,19	0,20
Tierra caliza fina. . .	5,0	0,55	0,65	0,71
Yeso.. . . .	7,3	0,81	0,49	0,53
Humus. . . . .	8,7	0,97	0,40	0,42
Arcilla pobre. . . . .	57,3	6,36	0,35	0,40
Id. crasa. . . . .	68,8	7,64	0,48	0,52
Tierra arcillosa.. . . .	83,3	9,25	0,78	0,86
Arcilla pura. . . . .	100,0	11,10	1,22	0,32
Tierra de jardin. . . . .	7,6	0,84	0,29	0,34
Tierra de Hoffwyl. . .	33,0	3,66	0,26	0,28
Tierra del Jura. . . . .	22,0	2,44	0,24	0,27

Los elementos del suelo tampoco tienen la misma *aptitud para la desecacion*; pues en cuatro horas y á 19° de temperatura, de 100 partes del agua *embebida* pierden:

La arena silicea. . . . .	88'4
Idem caliza. . . . .	75'9
Yeso. . . . .	71'7
Arcilla pobre. . . . .	52'0
Idem crasa. . . . .	45'7
Tierra arcillosa. . . . .	34'9
Arcilla pura. . . . .	31'9
Caliza en polvo fino. . . . .	28'6
Humus. . . . .	20'5
Tierra de jardin. . . . .	24'3
Idem arable de Hoffwyl. . . . .	32'0
Idem idem del Jura. . . . .	40'1

De donde resulta que la arena silicea es la sustancia, que se desprende mas fácilmente del agua, mientras que el *humus* la

retiene mas tiempo; pero tambien se deduce de aquí que, así como M. de Gasparin ha probado que una superficie de agua, en igualdad de circunstancias, la evapora con mas constancia que la tierra humedecida, pues esta cambia del 1.º al 3.º dia de 4,1 á 1,8, la evaporacion en el *humus* debe ser mas permanente y uniforme que en las demás tierras mencionadas.

La *contraccion*, que las tierras húmedas experimentan al secarse, no es tampoco la misma como aparece en los resultados siguientes hallados por M. Schubler.

Designacion de las tierras.	1000 volúmenes se reducen á:
Carbonato de cal en polvo fino. . . . .	950
Arcilla pobre. . . . .	940
Idem crasa. . . . .	911
Tierra arcillosa. . . . .	886
Arcilla pura. . . . .	817
Humus. . . . .	846
Tierra de jardin. . . . .	851
Idem arable de Hoffwyl. . . . .	880
Idem idem del Jura. . . . .	905

De los números anteriores resulta, que el *humus* es el elemento del suelo, que experimenta la *mayor contraccion* despues de la arcilla pura, es decir, que es el mas esponjoso, pues que el yeso y las arenas silicea y calcárea no han tenido *contraccion* alguna, por cuya razon no aparecen entre las demás sustancias y de 1.000 volúmenes, la caliza en polvo se reduce á 950, la tierra arcillosa á 886 y aquel á 846; por este motivo se hincha considerablemente cuando, estando seco, se le moja; pero como es la sustancia que mas tiempo conserva la humedad en virtud de su gran poder *absorbente* y *poca aptitud á la desecacion*, la facilita, cargada de las sustancias fertilizantes que contiene, á las plantas durante mas tiempo en la cantidad que les conviene.

El *humus* y la *arcilla* son tambien las *mas higroscópicas* de las sustancias referidas, es decir, las que mas vapor acuoso

absorben de la atmósfera, si bien lo hacen con tanta menor intensidad, cuanto es mayor la cantidad de agua que contienen, como aparece en el estado siguiente comprensivo de los resultados obtenidos por Schubler en una atmósfera húmeda á 19° centígrados :

DESIGNACION DE LAS TIERRAS.	500 centigramos de tierra extendida sobre una superficie de 36000 milímetros cuadrados han absorbido en			
	12 horas.	24 horas.	48 horas.	72 horas.
	centig.	centig.	centig.	centig.
Arena silícea.. . . . .	0,0	0,0	0,0	0,0
Id. calcárea.. . . . .	1,0	1,5	1,5	1,5
Yeso.. . . . .	0,5	0,5	0,5	0,5
Arcilla pobre.. . . . .	10,5	13,0	14,0	14,0
Id. crasa.. . . . .	12,5	15,0	17,0	17,5
Tierra arcillosa. . . . .	15,0	18,0	20,0	20,5
Arcilla pura. . . . .	18,5	21,0	24,0	24,5
Caliza en polvo fino.. . . .	13,0	15,5	17,5	17,5
Humus. . . . .	40,0	48,5	55,0	60,0
Tierra de jardin. . . . .	17,5	22,5	25,0	26,0
Id. arable de Hoffwyl.	8,0	11,5	11,5	11,5
Id. id. del Jura. . . . .	7,0	9,5	10,0	10,0

Tampoco es idéntica la *temperatura adquirida* por las diferentes tierras expuestas al sol, aunque los resultados dependen mucho del color y la humedad de cada una, que por sí solos la pueden hacer variar en 14° y 15° y en 25° la oblicuidad de los rayos caloríficos. (1)

De las experiencias de Schubler resulta lo siguiente:

(1) Becquerel.—Des climats, etc.. . . . . pág. 23.  
Bousingault.—Obra citada, t. I. . . . . id. 615.

DESIGNACION DE LAS TIERRAS.	TEMPERATURA MÁXIMA de la cada superior siendo la media del aire 25°.	
	Tierra húmeda.	Tierra seca.
	grados centig.	grados centig.
Arena silicea, gris amarillenta. . .	37,25	44,75
Id. caliza, gris blanquizca. . .	37,38	44,50
Yeso claro. . . . .	36,25	43,62
Arcilla pobre amarillenta. . . . .	36,75	44,12
Id. crasa. . . . .	37,25	44,50
Tierra arcillosa, gris amarillenta.	37,38	44,62
Arcilla pura, gris azulada. . . . .	37,50	45,00
Tierra caliza blanca. . . . .	35,63	43,00
Humus, gris negro. . . . .	39,75	47,37
Tierra de jardin, gris negra. . .	37,50	45,25
Id. arable de Hoffwyl, gris. . .	36,88	44,25
Id. id. del Jura, id. . .	36,50	43,75

Finalmente, la *facultad de retener el calor* adquirido tampoco es la misma en todas las tierras, pues representando por 100 la que corresponde á la arena se tienen las relaciones que aparecerán en el estado de la página siguiente:

DESIGNACION DE LAS TIERRAS.	FACULTAD DE RETENER EL CALOR	TIEMPO que 595 cent. cúb. de tierra tardan en enfriarse de 62°,5 á 21°,2 estando el aire á 16°,2.
	siendo 100 la de la arena calcárea.	h. m.
Arena calcárea. . . . .	100,0	3,30
Id. silicea. . . . .	93,6	3,27
Yeso. . . . .	73,2	2,34
Arcilla pobre. . . . .	76,9	2,41
Id. crasa. . . . .	71,1	2,30
Tierra arcillosa. . . . .	68,4	2,24
Arcilla pura. . . . .	66,7	2,19
Caliza en polvo fino. . . . .	61,8	2,10
Humus. . . . .	49,0	1,43
Tierra de jardin. . . . .	64,8	2,16
Id. arable de Hoffwyl.	70,1	2,27
Id. id. del Jura. . . . .	74,3	0,36

Resultando de aquí que las arenas son las que mas conservan el calor siendo á ello consiguiente su esterilidad y que el *humus* es la tierra mejor conductora, aunque esta facultad depende del grueso de las partículas, de manera que una tierra cubierta de cantos, se enfria mas lentamente que las arenas, y por esta razon las tierras cascajosos convienen mas en muchas comarcas para la maturacion de la uva, que los terrenos gredosos ó arcillosos, que se enfrian rápidamente.

De lo dicho se deduce, que *cuando el suelo está cubierto de una capa notable de humus éste:*

Ejerce poca presion sobre las capas inferiores en virtud de su *pequeña densidad* y presenta á los agentes admosféricos una superficie *poco tendáz* y *poca cohesion* á los útiles aratorios. Se apodera, cuando está seco, del exceso de humedad de la ad-mósfera con su *higroscopicidad*, y aumenta con ella considerablemente de volumen convirtiéndose en cuerpo esencialmente esponjoso.

En virtud de su potencia de *embibicion* absorbe gran parte del agua llovida y cuando esta excede de la que puede retener entre sus apartadas moléculas, obrando á manera de filtro de gran permeabilidad, la permite el paso á las capas inferiores en forma de hilillos; de suerte que si estas son por su naturaleza impermeables, el agua no embebida correrá por la superficie inferior de la capa húmifera con la velocidad correspondiente á su inclinacion, masa líquida de aquellos, y á las asperezas ú obstáculos sin número, que encuentran en su camino; es decir, que en este concepto obra disminuyendo por el momento considerablemente la cantidad de agua corriente al exterior y su velocidad, como es fácil asegurarse de ello arrojando en el mismo tiempo igual cantidad de agua sobre dos mesas inclinadas de idénticas condiciones, una cubierta de una capa de esponja ó *humus seco* y la otra sin ella; propiedades son estas, que le dan grandísima importancia en la distribucion de las *aguas tempestuosas*, como veremos en el cuarto estudio, así como su *poca aptitud para la desecacion* le hace precioso para la vida de las plantas, que sobre él vegetan, pues que paulatinamente les suministra el agua cargada de las sustancias nutritivas, que necesitan para su desarrollo.

Finalmente, en virtud de *su absorcion del calórico*, cuando está expuesto al sol, y su consiguiente irradiacion, caldea la atmósfera con él en contacto suministrándola durante mucho tiempo un conveniente grado de humedad, aunque aquella propiedad tiene en los montes y tierras de vegetacion cubiertas poquísima ó ninguna importancia.

---

## II.

A los montes de la *region propiamente forestal* no suceden los campos sino por tiempo muy limitado y así la comparacion mas lógica debiera ser entre la influencia de aquellos y los yermos ó rocales, en que quedan convertidos cuando se des-cujan; pero para que no se nos tache de poco galantes con nuestros adversarios harémos la comparacion con los primeros, debiendo advertir que los montes los considerarémos en las condiciones, á que la práctica de la ciencia los conduce, y no en las que se encuentran los arruinados de nuestra infortunada patria y los campos en las mejores, que pueden corresponder á la region de que se trata; porque hacerlo entre montes destruidos y *campos fertilisimos, que nunca deben dejar de serlo*, es perder completamente el tiempo, ya que ningun forestal ni climatologista se propone extender los primeros sobre la region propia de los segundos, como lo aseveran M. M. Becquerel (1) y A. F. d'Hericourt (2) entre otros y es la opinion unánime de nuestros compañeros, que no defienden tampoco la permanencia de los montes en tal estado.

Hecha esta advertencia, pasemos á demostrar nuestra opinion.

Sobre el suelo de los montes se acumulan las hojas y ramillas desprendidas de los árboles.

Su cantidad depende de las condiciones propias á cada especie, de las en que vegetan y de su edad; siendo por lo mismo esencialmente variable no es posible fijarla límites numéricos; pero podemos, sí, formarnos idea de su importancia con los resultados obtenidos en las experiencias de Th. Hartig.

Segun él, un rodal de hayas de 30 años y regular espesura arroja anualmente por hectárea 11.600 kilogramos de hoja

---

(1) Des climats, etc. . . . . pág. 310.

(2) Annales forestières. (1857). . . . . id. 261.

verde, que se reducen, cuando se seca á la temperatura ordinaria, á 5.100 kilogramos y á 4.300 elevándola á 60°; los de abedul de 45 años desprenden 12.881 kilogramos de hoja verde, ó sean 5.242 kilogramos en seco y el pino silvestre á los 60 años 5.268 kilogramos de hoja seca; de manera que por término medio las indicadas especies arrojan al suelo por hectárea y por año desde la edad de 30, 45 y 60 respectivamente mas de 5.000 kilogramos de hoja seca, cuya cantidad aumenta con la edad y con los hongos, líquenes, musgos y ramillas, que tambien se desprenden de los árboles. (1)

Estos resultados, que son inferiores á los obtenidos por M. Bartels en el ducado de Brunswich en sus experiencias comparativas sobre diferentes rodales de haya (2), ponen en evidencia la enorme cantidad de despojos, que sobre la superficie del suelo son arrojados durante un turno de monte alto, es decir, de 100 á 200 años.

Pero como con el lavado se desprenden de las sustancias alcalinas, segun M. M. Chevreul y Becquerel (3), poniéndolas al alcance de las espongiolas de las raices ó devolviéndolas al terreno, de que habian sido sustraídas, y con auxilio de la humedad, que de bajo de los árboles se conserva, del oxígeno del aire que los rodea y del que conducen las aguas de lluvia se descomponen produciendo el *humus*, que tanta influencia tiene en la vegetacion, á quien proporciona los ácidos carbónico y húmico y otras sustancias fertilizantes, se reduce paulatina y sucesivamente el volumen de aquellos despojos, que de otro modo resultaria extraordinario; mas como no caen y se descomponen de una vez, resulta en todo tiempo sobre el terreno una gruesa capa de *mantillo* compuesta de los despojos recién caídos, de otros en diferentes estados de descomposicion y del *humus* procedente de los que antes se desprendieron,

---

(1) Revista forestal económica y agrícola citada, t. II. . . . . pág. 44.  
(2) Annales forestières. (1858). . . . . id. 160.  
(3) Id. id. id. . . . . id. 31.

siendo siempre notable el espesor de éste, que no baja de 15 á 25 centímetros en montes de buenas condiciones.

El *humus* se mezcla con la tierra, sobre que descansa, á mayor ó menor profundidad, ya arrastrado por las aguas, ya por el movimiento que á las dos capas imprimen los tallos y raíces á impulso de los vientos que chocan con los órganos aéreos, ya por el arranque natural ó artificial de los tocones, comunicándola las propiedades, que en el artículo anterior hemos dicho le caracterizan y por consiguiente haciéndola mas *fértil, esponjosa y absorbente*.

Al mismo fin contribuirán los tallos y *raíces someras*, ya levantando en su crecimiento la tierra, puesto que siendo la direccion de aquellas poco inclinada es natural que se dirija en el sentido, en que menos resistencias encuentre, esto es de abajo á arriba, ya descomponiéndola por la absorcion de alguno de sus elementos químicos, ya dejando con su propia descomposicion (porque los órganos vegetales no son eternos, como parece deducirse de los razonamientos de nuestros ilustrados adversarios) verdaderos tubos, que permiten el paso al agua de la superficie á las capas inferiores.

El agua de lluvia no apisona estas capas superficiales, como lo hace en las de los campos, porque detenida por las copas, que disminuyen su cantidad, tiene que ser su velocidad mucho menor y las ramillas y las hojas, de que el terreno está cubierto, neutralizan el choque de la adquirida en la caída desde *las ramas de la copa*, de suerte que cuando con el *humus* se ponen en contacto lo hacen pausadamente, y lejos de apisonarle le esponjan, si seco le encontraren, ó en otro caso cruzan por sus poros formando los hilillos, de que hablábamos en el artículo anterior, y de él pasan á las capas del suelo subyacentes esponjadas por las razones antes expuestas.

En las capas inferiores del suelo se extienden las raíces principales de los árboles produciendo idénticos efectos que las someras en las superiores y como por medio del tocon descompuesto se comunican con la superficie y por sus extremos con

el subsuelo ó con las endiduras de las rocas, es evidente que por estos conductos penetrará el agua con facilidad; á esta suerte de drenage y á la absorcion del agua de estas capas por las raices y su evaporacion por las hojas atribuye M. A. Brongniart la desecacion de los terrenos de la Sologne poblados convenientemente de pinos, cuando los que no lo están se encharcan; este es tambien en cierto modo el efecto que produce el drenage por pilotines, que se usa en algunos paises.

El espesor de las tierras de esta suerte modificadas varia con sus condiciones geognómicas y alcanza de ordinario, contando con el *mantillo*, de 1,50 á 2 metros, cuando los montes se hallan en las condiciones, que la ciencia exige.

En los campos no sucede nada de esto, pues si bien las labores esponjan el terreno á una profundidad de 15 á 20 centímetros, cuando mas, carecen de una capa tan absorbente y protectora como la humífera de los montes y las aguas llovidas chocan en el suelo con toda la fuerza correspondiente á su caída apisonando la tierra en la superficie, cuyos poros obstruyen las partículas calizas y arcillosas diluidas en aquella, formándose una costra impermeable mas ó menos gruesa, segun fueren los elementos constitutivos del suelo; de manera que el agua, que cae despues, corre por la superficie, si el terreno está en pendiente, ó se encharca si en llano, cuando aquel no es por su naturaleza muy permeable y bastante profundo; en el primer caso se producirá la denudacion y con ella los perjuicios, de que mas adelante nos ocuparemos; en el segundo se harán precisas nuevas labores para favorecer el desarrollo de las plantas cultivadas y evitar la infertilidad y las emanaciones; resultados que, como la experiencia lo corrobora, (1) no será

---

(1) Millones de hectáreas de yermos improductivos y rocas peladas se encuentran en España, Francia, Estados Unidos etc., que no reconocen otro origen, que la roturacion de terrenos propiamente forestales, mas ó menos pronto abandonados, ya por haberse agotado las sustancias fertilizantes allí depositadas por la vegetacion leñosa, ya porque las

fácil conseguir en los suelos poco profundos de subsuelo impermeable, como las landas, que con las dunas y cascajales son los que principalmente pueden encontrarse en semejantes condiciones topográficas, según nuestra tesis.

Por de contado que todos estos razonamientos se refieren á las *lluvias fuertes y copiosas*, que las aguas de las menudas y escasas en todos los terrenos son absorbidas.

*Parécenos que con lo dicho queda suficientemente demostrado, que en su parte superior el suelo de los montes es mas esponjoso y absorbente y en la inferior mas permeable que el de los campos cultivados en la region de aquellos.*

Pocas palabras bastarán para que así mismo quede justificada *nuestra opinion de que el subsuelo adquiere en los montes mayor potencia de infiltracion.*

Hasta ahora hemos supuesto que el suelo era suficientemente profundo, para que en él se desarrollaran todas las raices; pero ordinariamente no sucede así y estas, no pocas veces, han de penetrar en las rocas subyacentes; en tal caso ya apoderándose de alguno de sus elementos las descomponen haciéndolas mas permeables y absorbentes en su superficie, ya penetrando en las hendiduras con su poderosa fuerza de vegetacion aumentan sus dimensiones facilitando la filtracion paulatina, pero continuamente, porque las raices, que primero penetran, con sus despojos facilitan el desarrollo de las que les siguen y el efecto es cada vez mayor, puesto que tales despojos conservando la humedad favorecen notablemente el desprendimiento de las partes de las rocas; estos efectos son fáciles de observar en los montes y aun en los muros antiguos en que, con perjuicio de su conservacion, suelen vegetar algunos árboles: si á esto se añade que el suelo de los montes, como queda explicado, fa-

---

aguas acarrearón la parte mas conveniente del suelo ó todo él dejando solo la roca en que descansaba.

La experiencia nos enseña tambien que con la vegetacion se consigue crear suelo sobre las rocas; y no otro origen reconoce el de la mayor parte de las islas.

cilita la llegada del agua *excedente á su potencia de embibicion* hasta el subsuelo, es consiguiente que éste ha de filtrarla con mas facilidad, que en los campos de la *region forestal*, que de ordinario dejan correr el agua por la superficie y en nada favorecen las condiciones hidrológicas de aquel.

La generalidad de nuestros lectores, persuadidos desde un principio de la verdad de nuestra afirmacion, tacharán de inoportuno el desarrollo que hemos dado á su demostracion, y en efecto ellos no lo necesitaban; pero vamos á ver que así era preciso para comprender la sin razon de nuestros adversarios.

Entre ellos y el mas decidido se cuenta M. Vallés, ilustrado ingeniero de caminos del vecino imperio y autor de dos obras (1) consagradas á demostrar *la influencia perniciosa de los montes en las inundaciones*; para conseguir su objeto peregrino y singular se vale de tan ilógicos razonamientos unas veces, y los funda otras en datos tan erróneos y mal apreciados, que él mismo se encuentra envuelto en un laberinto, de que no puede salir apesar de su notoria ilustracion y decidido empeño.

«*Toda la hidrología forestal, dice M. Vallés (pág. 107), descansa sobre las dos propiedades principales siguientes:*

»*En la superficie, el suelo de los montes, es mas firme, mas compacto, mas apisonado que el de las tierras cultivadas.*

»*En el subsuelo, las capas inferiores poseen menor potencia de infiltracion.*»

Como se vé, la opinion de M. Vallés es *completamente contraria* á la que dejamos consignada y demostrada; tenemos, pues, que rebatir los argumentos, en que apoya la suya nuestro ilustrado adversario.

---

(1) *Études sur les inondations, leurs causes et leurs effets, les moyens á mettre en œuvre pour combatre leurs inconvenients et proffiter de leurs avantages.* (1856)

De l'aliénation des forêts aux points de vue gouvernemental, financier, climatologique et hidrologique. (1863)

Por ser mas moderna y mas completa la segunda, en la parte relativa á la influencia de los montes, á ella nos referirémos en el presente trabajo.

Empezaremos por decir que la *hidrología forestal* no se funda *exclusivamente* sobre esos dos principios, segun veremos mas adelante, y que M. Vallés no da á la palabra *subsuelo* el sentido, que hemos arriba expresado por ser el admitido, como es fácil deducir de sus razonamientos.

Dice M. Vallés (pág. 87 á 93); si el suelo de los montes despues de una lluvia permanece húmedo mas tiempo que el de los campos, es no solo porque los árboles con sus copas disminuyen en él la evaporacion, *sino tambien porque es mas impermeable que el de los segundos*; esto no es cierto, segun dejamos demostrado y sí lo es, que aquella humedad procede de la falta de evaporacion referida y *de que teniendo el suelo de los montes mayor potencia de embibicion y menos aptitud para la desecacion, conserva mayor cantidad del agua llovida y por mas tiempo.*

En la página 94 se expresa así:

«En escritos anteriores *hemos dicho* que la capa superficial de los montes es mas firme y mas compacta que la de los campos; *hemos añadido* que en el momento de la lluvia el suelo apisonado de los montes debe acelerar la velocidad de las aguas que corren por la superficie.

»Se ha sostenido por algunos que al contrario este suelo, cubierto de hojas secas, pequeños arbustos, tallos rastreros y otros *impedimentos* vegetales, debe producir notable retraso á la corriente.

»Si así fuera, poco acertados estarian los peones en los caminos y los labriegos en los campos al formar la cubierta de sus cabañas de tierra apisonada, que cubren con céspedes, hojas y paja; ¿qué consiguen poniendo todos estos impedimentos vegetales? No hacen, segun nuestros adversarios, sino retrasar la corriente de las aguas de lluvia conservándolos. ¿Es serio esto? ¿Es cómo así lo entiende el buen juicio?

»La experiencia nos dice quien tiene razon.»

Tranquílcese nuestro ilustrado adversario y entérese con calma de nuestros razonamientos.

Ha dicho, sí, que el suelo de los montes es *mas firme, mas compacto y mas apisonado* que el de los campos; pero ¿lo ha probado? ¿Puede negar la verdad de los resultados que mas arriba hemos expuesto? Y no nos diga M. Vallés lo que sucede en los boulevares de París y en *montes arruinados*, porque ya hemos dicho que no lo admitimos por impropcedente; en este y otros muchos casos podríamos aplicar á M. Vallés el apóstrofe, que dirige (pág. 3) á los sábios y á la opinion pública que atribuyen á los montes la benéfica influencia, que procuramos poner en evidencia: «*se afirma por todas partes y siempre, no se demuestra jamás;*» y en efecto, dicho señor olvida á cada paso la lógica para deducir consecuencias á su gusto, como vamos á ver.

Si el suelo apisonado de los montes acelera la velocidad de las aguas, que corren por la superficie; si como dice en la página 122 siguen estas *libremente* la direccion de las líneas de máxima pendiente, ¿no es ilógico suponer que el suelo de los montes no se abarranca porque «*el agua resbala en él sobre cada punto en pequeños hilillos separados.... que no pueden en virtud de su extrema division ejercer ninguna accion agresiva,*» como lo dice en la pág. 103? ¿Pues que, si aquello fuera cierto, no se reunirían las aguas en cantidades considerables, como lo hacen en los terrenos yermos ó cultivados en las pendientes de las montañas? ¿Si el agua corre en los montes, como supone M. Vallés, de dónde podrían absorver los árboles la enorme cantidad que en la página 115 dice que evaporan y la que necesitan para su nutricion? ¿De dónde tambien procedería la que los montes despiden, límpida y tranquila, por los manantiales *superficiales*, que M. Vallés reconoce (página 116,) son en ellos mas numerosos que en los yermos y los campos? ¿Cómo se esplica la formacion de estos manantiales si el suelo de los montes es como dice nuestro ilustrado adversario? En vista de contradicciones tan palmarias dirémos con él (página 95) «*no estamos encargados de poner acordes las ideas contradictorias á que dá lugar una critica apasionada.*»

Pasemos á lo que dice de las cabañas.

Los que las cubren de tierra apisonada y céspedes, hojas ó paja lo hacen así :

1.º Porque no tienen otra cosa ; pues es seguro que todos preferirían cubrirlas de buena teja.

2.º Porque apisonando la tierra forman un *subsuelo impermeable* y muy inclinado, por donde se desliza el agua que atraviesa el *suelo* de césped, hojas ó paja, cuya mision es evitar *que el choque de las aguas levante la tierra de aquel diluyéndola y arrastrándola en su corriente*, obteniéndose además con la paja grandísimo número de *canales de paredes resistentes y barnizadas*, que favorecen la salida de las aguas, por cuya razon es á los demás objetos preferida, y

3.º Porque, de la manera que les es posible y sin cargar excesivamente la cubierta de sus cabañas, se ponen al abrigo de las temperaturas extremas del exterior.

Mucho mas podríamos replicar ; pero no lo creemos necesario.

Otro razonamiento de M. Vallés, página 97.

Todos estamos conformes en que con los montes no se desnuda el terreno de las pendientes. ¿Cómo, pues, no atribuirlo á que hacen el suelo mas compacto, mas firme? De una manera muy sencilla ; demostrando, como lo harémos luego, que la desnudacion de las montañas no depende solo de la *compacidad* y *firmeza* del suelo, sino de la resistencia de éste á ser arrastrado, lo que se consigue con el enlazamiento de las raices sin hacerle perder su esponjosidad, (1) y *mas principalmente* de la *cantidad, velocidad y calidad de las aguas* y que los montes, como en parte hemos ya indicado y demostraremos á su tiem-

(1) M. Gay Lussac decia: «los tallos numerosos y apretados de raices peludas y entrelazadas componen un césped *espeso y esponjoso* que quiebra perfectamente los movimientos del agua, la retiene y la cede poco á poco.» Becquerel. Memoria sobre los montes y su influencia climatérica, leída en la Academia de ciencias el 22 de Mayo de 1863. . . . pág. 79.

Los efectos en los montes son mucho mas notables, como dirémos en el resumen de esta primera parte.

po, tienen la gran propiedad de disminuir aquellas condiciones necesarias á la denudacion; tanto es así, que dada la enorme pendiente de los suelos de los montes y la velocidad, con que por ellos habia de correr la gran cantidad de agua por su superficie recogida, si sucediera lo que M. Vallés supone, no dejarían de abarrancarse, aunque su dureza fuera mayor que la de las rocas, á juzgar por los límites señalados por M. Dubuat (1) á las velocidades, que producen erosion en el fondo de las corrientes; pues la de 2'956 metros por segundo, que pone á las rocas, es muy inferior á la que adquieren las aguas en las pendientes de muchas montañas, y la experiencia además acredita que cuando estas rocas se hallan en tales condiciones no protegidas por la vegetacion arbórea, se desgastan y rompen con frecuencia, contribuyendo sus despojos á agravar los perjuicios de las aguas torrenciales.

En la página 96 dice M. Vallés, que si el suelo de los montes no fuera como supone, sería mas fácil su roturacion que la de los campos y sin embargo es sabido que cuesta mas.

Sucede así, porque los tocones y raíces presentan obstáculos á cada paso y porque, cuando se descuaja, ha desaparecido ya generalmente la capa humífera; pero que se trate de efectuar aquella operacion en un monte de ella dotado, despues de extraídos los tocones y en el espesor de un metro á contar desde la superficie; siquiera aquellos obstáculos serán grandes, no costará esto mas que una caba de un metro tambien en las

---

(1) Nadault de Buffont.—Cours d'agriculture et d'hydraulique agricole. t. II, pág. 232.

Aunque las aguas torrenciales no pueden obrar á igualdad de velocidad, como las de los canales por su incontinuidad, lo hacen en grande escala por su incomparablemente mayor velocidad y cantidad y porque las rocas y otros cuerpos duros, que arrastran siempre consigo, aumentan la erosion á las aguas correspondiente facilitando su accion la descomposicion superficial del terreno por los agentes admosféricos.

Becquerel en su obra «Éléments de Phisique terrestre, etc. pág. 286,» dice, que con la velocidad de 1 metro por segundo puede el agua arrastrar cantos de 5 centímetros de diámetro y grandes rocas con otras mayores como es consiguiente.

tierras, que por su naturaleza no sean muy sueltas. Haga M. Vallés la prueba y se convencerá fácilmente de que es cierto lo que decimos; á tal objeto le puede servir un ensayo de roturación de *dunas* bien pobladas de pinos; pues siendo allí el suelo incontestablemente de lo mas suelto, verá claramente la causa que produce el efecto que señala.

Menos validez tiene la cita que hace de M. Fournet; porque en los campos el *subsuelo no es removido por el arado*, ni influido por las plantas, mientras que en los montes es convenientemente modificado, como hemos dicho anteriormente, ya que en los primeros hace las veces de tal, lo que en los segundos constituye las *capas inferiores del suelo*, en que se desarrollan casi la totalidad de las raíces de los árboles.

En las páginas 107 á 112 se ocupa M. Vallés de justificar lo que ha dicho relativamente á la poca infiltración del *subsuelo* de los montes, no ya comparándole al de los campos sino considerándole en sí mismo, no obstante de que en su tesis hace referencia al de los segundos.

Después de las esplicaciones, que hemos dado sobre el modo de obrar de la vegetación arbórea, bien pudiéramos dispensarnos de rebatir los equivocados conceptos de nuestro ilustrado adversario; pero no queremos dejarle en la creencia de que evadimos la discusión y por lo tanto rogamos á nuestros lectores nos dispensen la molestia, que habremos de ocasionarles entrando en ella para deshacer sus fantasmagóricos razonamientos.

Como ya hemos dicho antes, supone éste equivocadamente, que en el *subsuelo* se desarrollan las raíces de los árboles, es decir, que le confunde con las *capas inferiores del suelo propiamente dicho*; téngase esto presente.

Supone asimismo que á las raíces se les atribuye las condiciones de los tubos de drenaje solo por su facultad absorbente y dice: mientras el suelo sea impermeable no conseguirán atraerse el agua de la superficie y por otra parte tal absorción no influirá gran cosa en la distribución de las aguas durante

las lluvias (pág. 108 y 109); á lo cual se nos ocurre contestar por de pronto:

1.º Que si las raíces *vivas* absorben, *las muertas* dejan pasar el agua desde la superficie, en que se hallan los residuos del tocon, al interior, donde yacen los de las espongiolas, que se desarrollaron en el extremo de las raíces, reuniendo en su conjunto las condiciones de un verdadero drenage y

2.º Que el suelo en su superficie no es impermeable ni mucho menos, pues, si lo fuera, las raíces no podrian absorber el agua, que los árboles evaporan, aun que no en la escala que supone M. Vallés, ni apropiarse la que necesitan para su nutrición; de suerte que, á ser ciertas sus conjeturas, la vegetacion seria imposible; esto, que no debe ignorarlo nuestro ilustrado adversario, debiera haber sido suficiente para convencerle de sus errores.

El argumento de mas fuerza, que presenta M. Vallés, le deduce de las precauciones, que en las plantaciones ordinarias se toman para dar desde luego estabilidad á las plantas; así dice, que en ellas la tierra se comprime al rededor de las raíces y se apisona cerca del tallo, aunque supone se conseguiria esto por sí mismo, ya que desarrollándose el árbol exterior é interiormente *«la parte implantada de su tronco y sus raíces, en virtud de este desarrollo, ejercen una accion compresiva sobre las tierras circundantes, cierran por consiguiente cada vez mas todos sus intersticios y comunican al suelo que les rodea, y que invaden de dia en dia, un grado de compacidad que vá sin cesar aumentando con el crecimiento del vegetal, resultando al cabo de algunos años muy superior al que tenia este suelo en un principio.»*

Despues de lo expuesto en la demostracion de nuestra tesis, no creemos necesario entrar en largos razonamientos para refutar el de nuestro ilustrado adversario, y así nos concretaremos á recordarle:

1.º Que la gran mayoría de los árboles de monte proceden de semillas caídas naturalmente y que germinan en la capa de mantillo, que cubre el suelo.

2.º Que, cuando se hacen plantaciones en los montes, se cuida de no apisonar la tierra para que con mas facilidad penetre el agua y el aire, que para su desarrollo necesitan.

3.º Que las raices de los árboles no se implantan en el terreno, cual si fueren pilotines, verticalmente sino muy poco inclinadas al horizonte y en su crecimiento el impulso que dan al terreno no es de arriba á abajo comprimiéndole, sino azimutalmente, lo que produce el movimiento ascensional de aquel, que es además favorecido por los movimientos, que á las raices comunica el tallo á impulsos del viento que choca en sus copas, y

4.º Que con la absorcion de algunos elementos del suelo primero y con su descomposicion despues, porque no son imperecederas, dejan en él grandísimo número de conductos, que ponen en comunicacion la superficie del tocon, de que proceden, con el interior de la tierra, como hemos dicho antes.

La estabilidad, que los árboles necesitan, se consigue con el mayor ó menor número, profundidad y longitud de las raices, y esto se explica perfectamente sin necesidad de suponer gran compacidad en el terreno con solo tener presente la resistencia que ofrecen las raices así dispuestas y que en espesura los árboles se protegen mutuamente, ya porque disminuyen la fuerza de los vientos, como hemos dicho en el estudio anterior, ya porque no pueden oscilar en grande espacio, corroborándolo así la experiencia de una manera indudable, pues si por medio de una corta imprudente se aclara con exceso un rodal criado en buena espesura, pronto á impulsos del viento vendrán al suelo los árboles que quedaron en pié, demostrando á M. Vallés que su estabilidad no es en tales casos tanta como él cree, ni dependia de lo que supone, sino de lo que le hemos dicho.

M. Vallés tiene empeño en equiparar los árboles de los paseos á los de monte, y, como esto no es lógico, se ve naturalmente obligado á deducir absurdas consecuencias; si quiere disponerse á discutir con conocimiento de causa el problema de los montes, empiece por reconocer algunos, que tengan con-

diciones de tales y verá las cosas de una manera muy distinta que hasta ahora.

Sin perjuicio de estar dispuestos á entrar en mas detenidos razonamientos, si necesario fuera, damos por terminada la demostracion de nuestra tésis y la refutacion de la contraria, que sostiene nuestro ilustrado adversario, con quien en adelante tendremos el honor de romper algunas lanzas, ya que es el mas decidido y encarnizado de las filas enemigas.

### III.

En las grandes planicies, vegas y costas existen terrenos de mucha consideracion impropias al presente para el cultivo agrario, conocidos con muy diferentes nombres y de muy perniciosa influencia en el clima, la higiene y la riqueza nacional, los que, naturalmente, pueden y tal vez deben formar parte de la region forestal al menos mientras se consigue regenerarlos; como á ellos hemos de referirnos mas adelante, creemos oportuno dar ahora de los que mas nos interesan una idea, comprendiéndolos en los tres tipos de *dunas*, *landas* y *estepas*, si bien algunos no reunen todas las condiciones características, que varian muchas veces con la situacion geográfica, orográfica, superficie, etc., etc., pero que están unidos con aquellos por las esenciales de su esterilidad y procedimientos regeneradores.

Son tambien tantos y tan frecuentes los tránsitos de unos á otros, que muchas veces en pequeña extension se encuentran reunidos confusamente los que hemos tomado para tipos; sin embargo, conociendo el modo de obrar de estos y la manera de regenerarlos neutralizando sus malas condiciones y suministrándoles las que necesitan para ser provechosos, será fácil hacer aplicacion á los demás que se presenten, por cuya razon nos hemos decidido á ocuparnos en este lugar de tales terrenos,

en la forma que lo harémos, omitiendo hablar especialmente de algunos, que técnicamente no pudieran en ellos comprenderse, como los páramos, de que hay muchos y extensos en la Península y que no pocas veces deben formar parte de la region forestal; ya que su altitud y consiguientemente extremado clima no permite dedicarlos al cultivo, siquiera los constituyan vastas llanuras, que influyen mucho en el clima de las regiones propiamente agrícolas.

Las *dunas*, *algaidas* de los andaluces, son montañitas formadas por las ténues arenas calcáreas ó cuarzosas, que las olas del mar arrojan á las playas y los vientos conducen, estando secas, al interior de las tierras, amontonándolas á diferentes alturas cuando en su camino encuentran un obstáculo, que modifique sus condiciones voladoras dándolas mas adherencia entre sí, como los rios, pantanos y humedales, ó las detenga simplemente, como los edificios, montañas, árboles, etc.

Mas ó menos fija la base de la duna, su parte superior, siempre móvil, á impulso de los vientos cambia de lugar, extendiéndose en la direccion y con la velocidad, que aquellos la imprimen, para detenerse de nuevo y formar otra en el primer obstáculo que encuentran: obra esta del mismo modo que la precedente y lo propio hace la que la sigue, y como las pérdidas de arena de cada una quedan compensadas por la que en la playa se pone en movimiento á cada instante, resulta que avanzan constantemente, presentando una série ó cadena de montañas irregulares, que aparecen á la luz de la luna como nevadas (1), separadas por vallecitos mas ó menos anchos y profundos.

Se ha calculado que las dunas de Gascuña, cuando se dejan en su estado natural, se internan cada año de 20 á 24 metros solamente, sin duda porque el viento que las moviliza siendo normal á la playa encuentra muy de cerca en cerca impedi-

---

(1) Diccionario de agricultura práctica y economía rural de Collantes y Alfaro (1855), t. VI, pág. 349.

mentos, que le obligan á inclinarse zenitalmente depositando las arenas; pues de otro modo las conduciría á grandes distancias esparciéndolas sin tanta uniformidad (1): nosotros hemos presenciado muchas veces en el Golfo de Rosas el arrastre de las arenas de su playa por la *Tramontana*, (viento del N. N. O. al N. E.) al lugar de Ampurias y á las ruinas de la ciudad romana del mismo nombre, situada en la costa sobre una pequeña eminencia, de donde, por la montaña de Torroella de Montgrí pasan á la villa de Bagur haciendo desaparecer las viñas y los campos y hasta los pinares bajo las infértiles arenas voladoras de la playa.

Allí hemos visto tambien obstruido con ellas el cauce del *Ter-vell*, que despues de haber reinado algunos dias aquel viento (y lo hace con mucha frecuencia) no se pasa sin peligro apesar del poco caudal de sus aguas; esto, que es comun á la mayor parte de las *dunas*, *hace que deteniéndose el curso de los rios, que en sus playas desembocan, se formen pantanos insalubres, al propio tiempo que esterilizan la region agrícola, ya perjudicando el desarrollo de las plantas cultivadas*, como hemos dicho al hablar de la *influencia de los vientos* en el estudio anterior, *ya ocupando su terreno, ya modificando el clima local*, cuando son de grande extension, *ya en fin obstruyendo las acequias, rios y arroyos* que al riego se destinan.

---

(1) «Las cenizas del Vesuvio son trasportadas algunas veces á Grecia, á 500 y 700 kilómetros de distancia. Hay ejemplos de cenizas volcánicas trasportadas hasta 1.200 y 1.700 kilómetros. Se ha visto muchas veces buques á 900 y 1.000 kilómetros al O. de las costas de Africa cubiertos de arena rojiza conducida por los vientos.

«Podría ser cierto, como Dolomieu lo dijo, y despues de él Rozieres, ingeniero jefe de minas agregado á la expedicion de Egipto, que el levantamiento anual del suelo de éste es debido no solamente á las inundaciones del Nilo, sino tambien á las arenas de los desiertos limítrofes trasportadas por los vientos.» Becquerel.—Des climats. . . pág. 256.

Segun el ilustre M. Bousingault (*Economie rurale*, t. I, pág. 651.) las arenas de la Libia trasportadas por los vientos han cubierto en Egipto grandes extensiones de terrenos cultivados bajo la dominacion de los turcos.

Dicho esto, creemos oportuno dar á conocer, aunque sumariamente, algunas *dunas* principales de la península y del vecino imperio, así como el desierto de Sahara, que tanta influencia tiene en las condiciones del clima español.

Las que en nuestra pátria se encuentran, no son de mucha importancia ni tan bien caracterizadas como las de Gascuña; sin embargo entre ellas deben contarse los extensos pinares de Coca y otros de las provincias de Segovia, Valladolid y Ávila, que hoy contienen los piñoneros y marítimos haciéndolas productivas, pero que serian el azote de aquellas comarcas si algun dia perdieran la proteccion de tan útiles especies.

Tambien existen verdaderas dunas entre Tavira y Villareal con anchura de 5 á 6 kilómetros.

«Desde la ria de Huelva toman las *dunas* un gran incremento; formando el litoral del Océano y la embocadura del Guadalquivir, pasan á la orilla izquierda desde el Torno de Bonanza y siguen frente á Sanlúcar por la costa de Chipiona y convento de Nuestra Señora de Regla, Puerto de Santa María, hasta el castillo de Sancti-Petri.»

«Desde el Tinto hasta el Bétis forman el desierto espantoso, llamado las Arenas Gordas, asilo antes del oso y de los micos, y ahora del javalí y del lince; pais despoblado de hombres y de plantas, y únicamente cubierto de arenas blancas y voladoras, que cuesta trabajo contener, y que hacen mudar todos los años la fisonomía de este triste pais. Termina por esta parte en el coto de Oñana llamado vulgarmente de Doña Ana.» (1)

«Las playas del reino de Granada son arenales llanos ó ligeramente inclinados y en algunos puntos verdaderas *dunas*, tal como entre Gibraltar y la desembocadura del Guadiaro; entre Estepona, Marbella y Fuengirola alrededor de Málaga, Vélez-Málaga y Motril; en la desembocadura de los rios de Adra, Almería y Cuevas y finalmente entre Almería y el cabo de Gata. Uno de los arenales mas importantes es la Dehesilla, la

---

(1) Diccionario de agricultura ya citado, t. VI. . . . . pág. 349.

cual se encuentra entre Málaga y la desembocadura del Guadalhorce y es un bajo de 3 kilómetros de diámetro, con varias lagunas de agua salada. Algunos puntos del golfo de Gibraltar y de la desembocadura del Guadalhorce son cenagosos. Los demás son risqueños, y tal cual vez, como entre Nerja y Motril por ejemplo, forman la base inmediata de montañas elevadas.....» (1)

Finalmente puede calificarse de *duna* la playa citada del golfo de Rosas, que tendrá 15 kilómetros de largo por 200 metros de ancho y muchas otras, que, aunque no tan caracterizadas, ocasionan siempre los mismos perjuicios que las *dunas*, y convendrá sujetarlas al mismo sistema de fertilización.

«En Francia comprenden una extensión de 500.000 hectáreas (2). Las mas considerables ocupan todo el litoral entre la desembocadura del Gironde y la del Adour á lo largo del golfo de Gascuña. Las *dunas* del Pas-de-Calais, aunque menos extensas que las anteriores, comprenden 10.000 hectáreas robadas al cultivo» (3) variando la altura de aquellas de 4 á 30 metros (4).

«Heródoto representaba todos los desiertos del África septentrional, los del Yemen, del Kerman y del Mekran, que formaba la Gedrosia de los griegos, hasta Multan en la península de la India mas acá del Ganges, como un solo mar de arena que se prolongaba sin interrupción de un extremo á otro...» «Se pueden seguir del mismo modo (que por la estepa del Escalda al Elba) á través del Africa y el Asia, los mares de arena, que desde el cabo Blanco hasta mas allá del Yndus ocupan un espacio de 2.400 leguas. La region arenosa de Heródoto,

---

(1) A. Pascual.—Reseña agrícola, inserta en el anuario estadístico de España correspondiente á 1858. . . . . pág. 148.

(2) M. Bousingault dice equivocadamente que la extensión de estas dunas es de 1,139 miriámetros cuadrados. Economie rurale, t. I, pág. 645.

(3) Rendu.—Inspector general de agricultura.—Revue des eaux et forêts (1863).. . . . . pág. 103.

(4) Becquerel.—Des climats. . . . . id. 287.

llamada por los Árabes desierto de Sahara, atraviesa todo el Africa como un brazo de mar seco, no en verdad sin ser interrumpido por los oasis, y se extiende hasta el valle del Nilo, que le limita al E. Mas allá del istmo de Suez, de las rocas de pórfido, de sienita y de grünstein, de que está formado el monte Sinaí, empieza la mesa desierta de Nedjed, que ocupa toda la parte central de la península arábiga y está limitada al O. y al S. por las comarcas fértiles y mas afortunadas del Hedjaz y del Hadhramant, que costean el Océano indico. El Eufrates marca al E. el limite de los desiertos de la Arabia y de la Siria. Mas lejos, inmensos mares de arena, llamados *Be-yaban*, atraviesan toda la Persia, desde el mar Caspio hasta el mar de las Indias; comprenden los desiertos de Kerman, de Seistan, de Beloudschistan y de Mekran ricos en sal y sosa. El desierto de Mekran está separado de Moultan por el Yndus.» Así se expresa el eminente Humboldt en sus bellos cuadros de la naturaleza (Traducción francesa de Galuski, 2.<sup>a</sup> edicion, 1868, pág. 30) indicando mas adelante (pág. 150), á la par que curiosas noticias de los pueblos que le habitan y las exploraciones de que ha sido objeto, la extension del gran desierto, que calcula en 300.000 leguas cuadradas ó sea tres veces la del Mediterráneo, si bien los oasis resultan ser mas numerosos y poblados de lo que se creia (pág. 151); entre ellos es digno de mencion el de Siwach muy fértil en dátiles y notable por las ruinas del templo de Júpiter, que indican el sitio venerado por una antigua civilizacion (pág. 16).

La altitud del Sahara, segun el eminente Humboldt (pág. 151) es de 325 metros la parte meridional y la region septentrional en parte mas baja que el Océano, ofreciendo su superficie muchas cuencas diferentes entre las que figura la del gran rio Quad-Drá ó Wadi-Drá, que procedente de la pendiente meridional del Atlas marroquí se interna en el Sahara hácia los 32.<sup>o</sup> de latitud y desemboca en el Océano cerca del cabo Noun. Este rio está completamente seco durante la mayor parte del año (pág. 154).

Apesar de estar muy generalizada la creencia de que en las arenas voladoras y abrasadas del Sahara se crian leones, panteras y otros animales semejantes, resulta de las relaciones de los mas veridicos exploradores no ser esto cierto y sí que se hallan en los montes que limitan el desierto, donde encuentran medios para guarecerse, beber y comer (1).

Sobre el origen del gran desierto de Sahara no están completamente conformes los mas eminentes fisicos; así es que Humboldt dando alguna influencia á la sequía consiguiente á sus condiciones geonósticas y geográficas y á la falta de cordilleras, montes y ríos, muchas de las que deben tomarse mas bien por efectos que por causas originarias, dice que no puede por ellas explicarse el cambio en un espantoso mar de arena partes tan considerables del suelo africano sin suponer que alguna revolucion de la naturaleza, tal como una invasion del Océano, no haya en otro tiempo despojado esta superficie de las plantas y de la tierra vegetal que la cubrian; pero que esto se ignora, y solo es presumible que fuera un efecto de la gran corriente de rotacion (Gulf-Stream), que lleva las aguas cálidas del golfo de Méjico hácia el banco de Terranova y de allí á las costas del antiguo continente, arrastrando la nuez de coco y otros frutos de los trópicos sobre las costas de Irlanda y Noruega, pues que aun existe un brazo de esta corriente marina, que partiendo de las Azores se dirige hácia el S. E. y vá á arrojarse, no sin peligro de los navegantes, sobre las dunas de las costas occidentales del África (2); pero si se tiene en cuenta que segun el mismo (pág. 341) la aridez que se observa en muchas comarcas de la Europa meridional y muy especialmente en España é Italia, no existia cuando las colonias pelagias y cartaginesas vinieron á establecerse en ellas; que muy exactamente atribuye á una civilizacion precoz el descuaje de los montes, así como que la actividad, mejor dicho codicia indus-

---

(1) Humboldt.—Cuadros de la naturaleza. . . . . pág. 151.  
(2) Id. id. id. . . . . id. 32.

triosa de las naciones, despoja poco á poco la tierra del *ornamento*, que hace las delicias de las razas septentrionales y que, mas que todos los monumentos históricos, atestigua el atraso de nuestra cultura intelectual y moral, de donde se deduce la gran importancia que el eminente Humboldt reconocia á los montes por muchos conceptos y finalmente que con la ruptura de los diques de los Dardanelos y de las columnas de Hércules al convertirse de lago en mar el Mediterráneo arrastró la tierra de las comarcas limítrofes produciendo su denudacion, no puede dudarse que tan eminente naturalista conocia todas las causas que pudieron contribuir á la formacion del gran desierto de Sabara, si bien tal vez carecía de los datos históricos necesarios para fundar su opinion de una manera mas concreta y esplicita de lo que lo hace, dando ocasion quizá á que no se haya interpretado bien aquella, aunque es indudable que se inclina á considerar como causa originaria del Sahara la denudacion por corrientes marinas.

Otros creen que procede de fondos de mares antiguos que se han levantado cambiando sus olas de agua por otras de arena y por lo mismo no admiten como causa originaria la *denudacion*, sino mas bien la *acumulacion* de las arenas en las profundidades de los océanos antiguos.

Finalmente el ilustre M. Becquerel despues de indicar la inmensidad de estos desiertos dice así: «Es imposible admitir que esta vasta extension de terrenos arenosos haya sido denudada por efecto de una inundacion general, atendido que un gran número de hechos, que hemos dado á conocer, y que están basados en documentos históricos incontestables, prueban, de una manera cierta, que muchas comarcas (del desierto) en cierta época boscosas y que estaban cubiertas de muy buena vegetacion, las ha convertido el descuaje en tierras hoy completamente estériles (1).»

En nuestro pobre concepto pudieron concurrir las tres cau-

---

(1) Becquerel.—Des climats, etc. . . . . pág. 255.

sas principales que se alegan, ya que no se oponen en su accion en diversos períodos geológicos, ni siquiera obrando simultáneamente.

En efecto, el descuaje pudo motivar la denudacion de las montañas y el arrastre de las arenas á los lugares bajos, al propio tiempo que las corrientes marinas denudaban otros y el descenso de las aguas en unos puntos y en otros el levantamiento de sus fondos por los continuos depósitos pudo descubrir las arenas en aquellos reunidas y ser mas tarde esparcidas por los fuertes vientos, que allí produce el gran caldeamiento de las arenas.

Estos desiertos deben su esterilidad á la movilidad de sus partes y á la falta de agua; pero, si la atmósfera y el suelo se la facilitan, pueden ser transformados en terrenos mas ó menos fértiles. Esta fijacion y fertilizacion puede tener lugar natural ó artificialmente; así sucede que una parte del Desierto abrigada de los vientos fuertes y provista de hilillos de agua, como los oasis, se cubre de una poderosa vegetacion; en terrenos análogos se forman huertos fertilísimos y se cultivan la vid y la higuera en San Lúcar de Barrameda utilizando las filtraciones del Guadalquivir y el maíz en la meseta de los Andes de Quito mediante el riego que abundante y hábilmente se les proporciona (1).

Pero tan ventajosas condiciones no suelen encontrarse en las dunas, que de ordinario presentan la humedad muy profunda ó aquella es perjudicial á la vegetacion por ser salada ó están las arenas sobre un suelo excesivamente compacto, que en Gascuña llaman *alios* (2) y en estos casos no hay otro medio para asegurarlas y hacer el terreno productivo, que acudir á su repoblacion forestal (3), con lo cual, á las de Gascuña, no se

---

(1) Bousingault.—Economie rurale, t. I. . . . . páginas 634 y 643.

(2) Clavé.—Études sur l' économie forêstiére. . . . . pág. 253.

(3) El ilustre M. Bousingault, que considera muy productivos los arenales dotados de agua abundante, no encuentra otro medio de fertili-

hace sino volverlas al estado que antes tenían, pues, según refiere M. Becquerel (1), en tiempo de la invasión de las Galias por los romanos estaban cubiertas de *pinos*, que se extendían hasta los Pirineos.

Así lo pensó el ilustre Bremontier, que á fines del siglo anterior inició la repoblación de tales *dunas*, que aun se continúa (2) con gran provecho de aquella antes mísera comarca y del gobierno, que ha creado una riqueza inmensa sobre el foco mismo que había de esterilizarla.

No siendo enteramente iguales las condiciones de todas las *dunas*, porque varían no solo en el color y calidad de sus arenas, sino también en la profundidad y las características del suelo sobre que descansan, es consiguiente que los procedimientos y las especies reparadoras han de variar también; no pudiendo detenernos á explicar aquellos en sus detalles, nos concretaremos á indicaciones generales.

El sistema de Bremontier consiste en sembrar á voleo pinos, (3) que se cubren con una ligera capa de arena, aliagas y plan-

---

zar los que de ella carecen que dedicarlos á monte.—*Économie rurale*, t. I. . . . . pág. 612.

(1) Becquerel.—*Des climats*, etc. . . . . pág. 214.

(2) Hasta 1865 se habían repoblado 150.000 hectáreas de *dunas* y *landas* en Gascuña. M. A. Fould, sesión del Senado del 27 Mayo de 1865.—*L'alienation des forêts de l'Etat devant l'opinion publique* (1865), pág. 207.

Las exigencias financieras de Francia han obligado al gobierno á enagenar algunas *dunas* ya en estado de explotación y es posible que con el tiempo pasen todas á manos de los particulares con perjuicio de la región bordelesa, si no se cuida muy de cerca los aprovechamientos abusivos de los resineros.

(3) Las especies más convenientes son el *marítima* y *halepensis*; también se han empleado otras de diferentes géneros y entre ellas el falso alcornoque (*Q. occidentalis*), alisos, abedules, sauces y álamos, según refiere M. Rendu, inspector general de agricultura, en la interesante memoria presentada al ministro de agricultura y obras públicas sobre los trabajos de repoblación de *dunas* hechos por M. A. Adam propietario de las llamadas la Condette y Saint Etienne, sitas á 9 kilómetros de Boulogne-Sur-Mer y en las que por sus condiciones especiales ha introducido algunas reformas en el sistema seguido en Gascuña.

tas arenarias abrigándolas con setos muertos ó empalizadas y ramage fijado al terreno con horquillas de madera empezando por la parte de playa, que siempre queda entre el límite de las mas grandes mareas y las primeras *dunas*; cuando estas siembras tienen de 5 á 6 años y sirven por consiguiente de abrigo á las *dunas*, que están mas tierra á dentro, se continúan por fajas de 60 á 100 metros con las mismas precauciones hasta dominar todo el terreno por ellas comprendido; este procedimiento ha dado tan excelentes resultados que la extracción é industria resinera y los productos leñosos forman hoy la riqueza de aquel país.

Si nuestros lectores recuerdan lo que dejamos dicho en el estudio anterior y en el presente, fácilmente se darán cuenta de la acción que tienen los montes en las *dunas*. Neutralizan la acción de los vientos, sujetan con sus raíces las arenas y con su sombra y los despojos vegetales, que al suelo arrojan, producen la fertilización del terreno, que no es tan movible, caldeable y consiguientemente estéril como antes, ni puede perjudicar á los campos y pueblos limítrofes, al propio tiempo que proporcionan rendimientos considerables en resinas, productos leñosos y otros secundarios, que como la cría del conejo y liebre no son despreciables, cuando los árboles han alcanzado buenas dimensiones para el resineo y la maraña se ha extendido ofreciendo alimento á tales animales.

Las *landas* están de ordinario caracterizadas por un suelo arenoso, de poco espesor, que descansa sobre capas impermeables de arcilla ó rocas duras de caliza ó conglomerados; frecuentemente inundadas en invierno, mas ó menos secas en verano y siempre estériles.

Cuando en la desembocadura de los rios, presenta el terreno débiles pendientes y su curso se interrumpe por la invasión de las arenas voladoras de las *dunas*, á que de ordinario van unidas, ó por el oleaje del mar, se extienden las aguas por los llanos formando los terrenos pantanosos en general, marismas y humedales ó juncales, que solo difieren entre sí y con las

*landas propiamente dichas* por las condiciones de su suelo, la calidad de las aguas y la influencia de los vientos marinos.

Fácilmente se comprende los perjuicios que tales terrenos han de ocasionar á los pueblos vecinos con las exhalaciones palúdicas, que en el verano de ellos se desprenden dando lugar, como ya hemos dicho en el estudio anterior, á la fiebre amarilla, el cólera..... las intermitentes mas ó menos perniciosas, según las latitudes; consiguientemente, cuando no originan terribles mortandades, debilitan las fuerzas del labrador, que ha de abandonar el esmerado cultivo de un suelo, ya de suyo poco productivo, ocasionando la miseria y dejadez mórbida, que caracteriza las comarcas desgraciadas, en que aquellas abundan.

No conocemos en España terrenos de alguna consideracion, á que propiamente pueda dárseles el nombre de *landas* (1), si bien abundan en las costas y tampoco faltan en el interior los pantanosos, que en su estado natural producen los efectos indicados en grande escala, como sucede en el Ampurdan, Tortosa, la Plana de Castellon, Huerta de Valencia, Rivera del Júcar etc. y muy especialmente donde se aumentan los terrenos pantanosos naturales con el cultivo insalubre del arroz (2).

Francia cuenta con extensas *landas* en el golfo de Gascuña, y tal vez pudieran de tales calificarse muchos terrenos de las desgraciadas comarcas de la Camargue, Sologne, Dombes,

---

(1) En esta nacion infortunada donde tanto y tanto se habla y escribe sobre la política de los partidos y tan poco sobre las condiciones de su riqueza y medios de aumentarla, que bien lo ha de menester, no es posible llevar á cabo un trabajo como el presente sin tropezar á cada paso con obstáculos insuperables al querer describir lo que aquí se encuentra ó hacer aplicacion de las teorías aprobadas por la ciencia; nuestros lectores nos dispensarán por lo mismo que no demos muchas veces sobre España los detalles, que quisiera nuestro patriotismo.

(2) En el Ampurdan existen hoy completamente estériles y con carácter estepario, extensos terrenos, donde antes se cultivaba el arroz, prohibido poco despues por la gran mortandad que ocasionaba á los pueblos y muy especialmente á las mugeres embarazadas, de las que, se dice, en Torroella de Mont-grí, no se salvaba ninguna, de suerte que, sin la prohibicion, aquellos pueblos estarian hoy desiertos.

Brenne etc., que han sido en diferentes épocas objeto de detenidos estudios por personas muy competentes, y es de suponer que, cuando el estado de su hacienda se lo permita, el gobierno francés no dejará de dar impulso á la regeneracion de esas hoy miserables regiones, como lo vá haciendo en la primera y en las montañas, ya que el remedio es conocido y los resultados ventajosos.

Las *landas* y demás terrenos pantanosos pueden muchas veces fertilizarse por procedimientos agronómicos, sobre todo cuando no son de grande extension, ya haciendo el desagüe exterior, ya aplicando el drenage profundo, combinándole con máquinas para elevar el agua recogida, ya valiéndose de mil otros medios como lo han hecho en la campiña belga sus cultivadores; pero la repoblacion arbórea combinada con los campos quedará por mucho tiempo el remedio heroico de la fertilizacion de estos terrenos y con especialidad el de las *landas verdaderas*.

La historia nos indica el resultado que puede esperarse de este medio ya que fueron originadas por imprudentes descuages (1); la Brenne hace 10 ó 12 siglos estaba cubierta de *montes* y *praderas* cruzadas de aguas corrientes siendo renombrada por su fertilidad y buen clima; no existian entonces los pantanos que ahora se encuentran en sus miserables yermos (2); las *landas* y *casquiales* de la izquierda del Garona estaban cubiertas de encinas (3); la Sologne tambien cubierta en gran parte de montes era muy fértil (4) y en fin todas esas comarcas hoy miserables é insalubres con el arbolado perdieron sus condiciones productivas y las higiénicas, que tanto en ellas se echa de menos al presente.

Los sabios, que como Lavoisier, Brongniart, Becquerel, etc. se han ocupado de la regeneracion de esas regiones, han pro-

- 
- |     |                                      |           |
|-----|--------------------------------------|-----------|
| (1) | Becquerel.—Des climats, etc. . . . . | pág. 198. |
| (2) | Id. . . . .                          | id. 214.  |
| (3) | Id. . . . .                          | id. 215.  |
| (4) | Id. . . . .                          | id. 266.  |

puesto como base la repoblacion arbórea en combinacion con mejoras agrícolas al objeto de volverlas su perdida fertilidad.

Con la vegetacion arbórea (1) se consigue: *hacer el suelo de las landas en sus capas inferiores mas permeable, como hemos explicado en el estudio anterior; absorber y evaporar libre de miasmas el agua encharcada; abrigar el terreno de los rayos directos del sol evitando la formacion de las exhalaciones palúdicas, y cuando estas vienen de otros puntos quitárselas á los vientos; disminuir la velocidad de éstos impidiendo sus daños mecánicos y los fisico-fisiológicos, que producen con las arenas y sustancias alcalinas, que conducen, dando carácter estepario á los campos de las costas, y finalmente hacer productivos terrenos que sin ella son completamente estériles y solo sirven de focos de infeccion.*

No puede por lo mismo negarse la grandísima importancia de la vegetacion arbórea en tales terrenos.

Con la palabra *estepa* se designan muchas veces terrenos de muy diferentes condiciones orográficas, geomórficas y consiguientemente vegetativas; pero que tienen algunas comunes y muy especialmente la de presentarse en parte ó durante todo el año con vegetacion monótona y pobre, cuando no desaparece de la superficie del suelo, dando lugar no pocas veces á conceptos equivocados y erróneas descripciones.

Volney dice que las propiamente tales son llanuras herbáceas cubiertas de *pequeñas plantas salinas ó de grandes plan-*

---

(1) Muy conveniente sería utilizar en estas regiones las propiedades de los *eucaliptus*, no solo por su rápido crecimiento, sino tambien por las exhalaciones febrífugas que desprenden, y el *ailanto* podría tambien dar buenos resultados dedicándole á la cria del gusano de la seda; en nuestro concepto debieran estas especies propagarse formando setos de 3 á 5 metros al rededor de las parcelas sin perjuicio de combinarlas con otras en la repoblacion de las landas y terrenos pantanosos de todas clases.

Ya que no pueda desterrarse el cultivo del arroz encharcado, sería conveniente abrigar por estos medios de sus perniciosas emanaciones los pueblos comarcanos.

tas de la familia de las compuestas y de leguminosas, que tienen algunas veces 2 metros y mas de altura (1).

El eminente Humboldt dice (2) que: «en el N. de Europa, se pueden considerar como verdaderas estepas las landas que se extienden desde la punta de Jutlandia hasta la desembocadura del Escalda, en que una sola especie de plantas destruye toda otra vegetacion;» pero como no dice cual sea la especie á que se refiere y continúa comparandō su extension, orografía y aspecto general con el de los Llanos de Caracas, las Pampas de Buenos-Aires, las Sábanas del Missouri y del rio Mina-de-cobre parece que en cierto modo los comprende todos bajo la denominacion genérica de estepas, inclinando mas el ánimo en tal sentido cuando al dar á conocer (pág. 158) la flora de los Llanos de la América y de las estepas del Asia central compara la monotonía y pobreza en especies de los primeros con la variedad y galanura de las segundas relativamente á las comprendidas entre el Don, mar Caspio y Urales, y el Obi y la Irtychia superior cerca del lago Dsaisanz, si bien al distinguir las de las que llama estepas saladas, como la de Barabinsk situada al pié del Altai entre Barnoul y Schlangenberg y la comarca que se extiende al E. del mar Caspio, que tal vez sean solas las verdaderas estepas asiáticas del centro, hace ver las diferencias características de estas regiones bajo el nombre de estepas comprendidas y por lo mismo que toma este en sentido genérico mas bien que específico.

Nos ratifica en esta idea el contenido de la nota 1 de la página 314 que dice así:

«Pudieranse citar mas de veinte palabras con cuyo auxilio los Árabes distinguen las diversas especies de estepas (*tanufah*), segun que carecen de aguas, están desnudas de vegetacion, cubiertas de grava ó interrumpidas por pastos (*sahara, kafre, mikfar, tih, mehme*). La palabra *sahl* designa una lla-

(1) Becquerel.—Des climats, etc. . . . . pág. 258.

(2) Cuadros de la naturaleza. . . . . id. 13.

nura deprimida; *dakkah* una meseta desierta. En la lengua persa, se llama *beyaban* un desierto árido y arenoso, á lo que los Mogoles llaman *gobi*, los Chinos *han-hai* y *scha-mo*. *Yaila* es una estepa cubierta de gramíneas mas bien que de plantas herbáceas. Este nombre es sinónimo del mongol *kudah*, del turco *tala* ó *tschol*, del chino *houang*. *Deschti-reft* es una llanura alta y despoblada.»

En el mismo sentido parece tomar la palabra *estepa* el ilustrado M. Becquerel á juzgar por el contenido del capítulo VII, §. II, pág. 258 y siguientes de su interesante obra «*Des climats et de l'influence qu' exercent les sols boisés et non boisés.*»

No creemos oportuno entrar en este lugar en consideraciones filológicas para patentizar la verdadera significacion de la palabra *estepa*, ni para ello por otra parte nos juzgamos competentes; nos concretaremos á consignar que en nuestro humilde sentir en castellano expresamos, con el nombre genérico de *desierto*, toda clase de vastos terrenos mas ó menos estériles y despoblados, y con la palabra *estepa*, se significa lo mismo que con las de *espartizales* ó *atochares*, terrenos *salitrosos*, *salados*, *saladares* y *sosares*, los que están caracterizados por la vegetacion *halófila* comprendiendo gran número de especies, entre las que se distinguen las *quenopodeas*, *salsolar*, *atriplex*, *salicornia*, *halimocnemis crasifolia*, *macrochloa tenacissima*, etc. ó tal vez podamos decir mejor aun el esparto y la salsola ó barrilla; estas especies son precisamente las que, segun el eminente Humboldt, caracterizan á las *estepas saladas* de Barabinsk y por lo mismo la acepcion natural, que en castellano se dá á la palabra *estepa*, es la correspondiente á las conocidas entre los sabios con la expresion de *estepas saladas*.

De estas, aunque de ordinario secas, las hay tambien húmedas, que son generalmente costerizas y se confunden con las *marismas* y *landas*, como aquellas, aunque impropiamente, se equiparan á los *páramos*, *yermos*, *sábanas*, etc.

De esta confusion resultan no pocos perjuicios á la ciencia y á la industria, porque, como no son idénticas las condiciones

propias de los terrenos comprendidos en la acepcion de la palabra *estepa*, no es siempre posible conocer á cual de ellos se refieren los procedimientos regeneradores propuestos y ensayados en otras naciones, y por lo mismo los que convendria aplicar á los terrenos muy extensos, que en nuestra patria hoy se encuentran improductivos; seria por lo mismo plausible que se hiciera de ellos un detenido estudio comparativo con los análogos de otras naciones, en que se ensayan los diferentes medios de fertilizarlos.

De buen grado estractaríamos en este lugar las noticias que el eminente Humboldt consigna sobre los Llanos, las Pampas, las estepas, etc. mas notables del mundo, pero hemos de renunciar á ello por no alargar excesivamente los límites de este libro, concretándonos á indicar las *estepas propiamente dichas*, que en la Península se encuentran, si bien recomendamos á nuestros lectores examinen tan bellas como instructivas descripciones.

La formacion de las *estepas* es debida, segun la opinion de los mas competentes, á la preexistencia de mares, á salinas muchas veces en actividad y á los vientos salados costerizos en algunas ocasiones; así se esplica la gran cantidad de sales contenida en su suelo y vegetacion propia.

*Este exceso de sales apoderándose del agua, que las plantas necesitan, y absorviendo de ellas en verano la humedad, hace imposible la vegetacion de otras que las halófilas; pero se convierten en terrenos muy productivos, sobre todo de pastos, cuando se les procura agua dulce abundante, abrigo de los rayos solares y permeabilidad al suelo, que permita despojar á las capas superiores de la sal por medio de las aguas filtradas.*

Segun que las *estepas* sean húmedas ó secas así será su influencia; las primeras obran como las *landas* y las segundas como los yermos, aunque defienen mas las aguas torrenciales en algunos casos, si bien las prestan parte de su sal, que comunican á las tierras bajas y obran tambien con mas intensidad en las sequías apoderándose de los vapores acuosos de la

admósfera, que caldean de una manera inconveniente, contribuyendo en Murcia á sus proverbiales sequías y vientos abrasadores, que aniquilan las cosechas; por eso los murcianos llaman *montañas de sol y aire* á las esteparias, que les roban la lluvia y los manantiales que tanto ansian.

La mayor parte de las *estepas húmedas* pueden fertilizarse por los medios agronómico-forestales, que hemos indicado al hablar de las *landas*; no sucede lo mismo con las *secas*; *si quiere hacérselas mas productivas y de influencia mas benéfica es indispensable convertirlas en montes de buena espesura* (1) *único medio de hacer su suelo mas permeable, húmedo, rico en mantillo y consiguientemente menos estepario*: la influencia de los árboles en estos terrenos se deduce de lo que tantas veces hemos ya dicho y de estas indicaciones; en su consecuencia no puede ponerse en duda la importancia que en tal concepto tienen los montes administrados conforme la ciencia lo aconseja, cuando no sea posible proporcionar á estos terrenos el agua que necesitan; pero si así pudiera hacerse, sea con el auxilio de canales de riego y de norias ú otros medios, deben á la producción agrícola destinarse cuando no ocupa terrenos accidentados y los resultados que se pueden esperar lo indican bien las feraces huertas de Colmenar y Aranjuez, las de las riberas del Tajuña y del Jarama, las huertas de San Fernando, del Henares y Azequia Real, Daimiel y otros pueblos del campo de Calatrava, que en la estepa central se encuentran.

Hechas estas consideraciones generales creemos oportuno dar una idea de las *estepas* españolas transcribiendo algunos párrafos de la monografía que de ellas se consignó en el Diccionario de Agricultura antes citado y de la excelente reseña agrícola, que aparece en el anuario estadístico de España de

---

(1) La repoblacion arbórea de las *estepas secas* ofrece no pocas dificultades y ha dado lugar en Rusia á experimentos que convendría estudiar detenidamente prosiguiéndolos en las nuestras, que no pueden continuar como hasta ahora perjudicando comarcas, que sin ellas serían las mas fértiles y ricas de Europa, en cuyo caso se hallan las vegas y valles de Murcia entre otras.

1858, debida á la pluma elegante de nuestro respetable y querido profesor y amigo el Ilmo. Sr. D. Agustin Pascual, Inspector general del Cuerpo de Ingenieros de montes, ya que ofrecen vasto campo de estudio á los técnicos y no mas estrecho á los capitalistas, que pudieran en su fertilizacion invertir cuantiosos intereses con no escaso provecho propio y del país, que aplaudiría y apoyaría estas empresas con mas razon y entusiasmo, aunque quizá con menos vocinglería, que otras muchas, causa en cierto modo de nuestra actual miseria, aun que origen de la opulencia de algunos atrevidos especuladores; y con tanto mayor motivo nos decidimos á consignar tan interesantes datos, cuanto que por desgracia nuestra no son apenas conocidos, cual conviniera de propios y extraños, por no haberse hasta ahora consignado en una obra especial los muy interesantes, que sobre las condiciones geográficas, geológicas, hidrológicas, climatológicas, agrícolas, forestales, etc. etc. ha reunido la Direccion general de estadística y que esperamos ver pronto ordenadamente extractados en un pequeño volúmen como en nuestro pobre concepto puede y debiera hacerse, ya que dejándolos esparcidos en muchos y voluminosos libros como están ahora, no es fácil utilizarlos ni completarlos, como convendría, á fin de patentizar las verdaderas condiciones de productibilidad de la Península, y los medios posibles de regenerarla evitando los perjuicios consiguientes á la creencia errónea muy extendida de que está aquella dotada de un suelo fertilisimo y envidiable clima, que nos hace descansar en la esperanza de que siempre podemos en poco tiempo adquirir el perdido bienestar, cuando, por desgracia nuestra, á pasos agigantados camina á la mas completa esterilidad.

Considerando, segun la opinion del Sr. Pascual y del eminente Humboldt, asiáticas las estepas de la Rusia y prescindiendo de las dunas esteparias comprendidas entre la Jutlandia y el Escalda, podremos decir con el primero, que de las europeas las mas principales se encuentran en la Península, divididas en cinco grupos, á saber:

1.º En la *zona oriental* ó mediterránea comprendiendo casi toda la *region baja* ó sea la del olivo y la vid, en las llanuras de la cuenca inferior del Ebro, con altitud de 86 á 570 metros, temperatura media de  $+ 14^{\circ}$  á  $+ 15^{\circ}$  y cantidad de agua llovida de 240 á 460 milímetros se encuentra:

«La *estepa ibérica*, que es muy extensa; mide unos 170 kilómetros de largo y en algunos puntos de 60 á 70 de ancho. Principia en el desierto de Caparroso y Valtierra, terreno desarbado, seco, despoblado é inculto, fuera de las pequeñas vegas del Ebro y Aragon: por aquella parte únese esta cabecera con las Bârdenas Reales, territorio inculto en lo general aunque no estepario y cubierto con algunos pinos achaparrados. El llano de Plasencia, situado á la orilla izquierda del Canal Imperial, principia en las colinas, que dividen la cuenca superior del Ebro de la cuenca inferior, y llega hasta las puertas de Zaragoza; tiene unos 21 kilómetros de ancho y está cortado por Jalon en dos partes casi iguales; se compone de yeso, arcillas salíferas y conglomerados con cemento tambien salifero: hállase cubierto de plantas halófilas, á saber: (*Gypsophila hispanica*, *Helianthemum stachadifolium*) y otras: en las orillas de los rios se encuentran Plasencia, Magallon y algunos otros pueblos, que utilizan con mucho arte los aluviones modernos. Al Sur de la Huerva principia el desierto de Lagota, el cual se extiende á los aluviones del rio Martin, en cuya fértil vega los riegos de Albalate del Arzobispo é Hajar sostienen el lujo de una vegetacion poderosa; es difícil hallar en otra parte maizales tan frondosos y lozanos. El desierto de Calanda corre desde el Martin al Guadalope, en cuya fértil y amena cuenca se hallan los ricos cultivos de Alcañiz y Caspe. Son por esta tierra colorales los olivos, principalmente los empeltres. En el terreno de secano, ó sea de monte, se cultiva mucha barrilla. La llanura de Santa Lucía está casi despoblada y tiene algunas lagunas saladas como las de Bujaraloz; abunda en ella el albardin (*Lygeum Spartum*). El feraz valle del Gállego divide la estepa de Castejon del Plano de Violada, y estos términos están po-

blados de labiadas y singularmente de ondina (*Artemisia aragonensis*). Zaragoza se halla sobre yesos saliferos, y solo siglos de perseverante trabajo, de continuos abonos y de riegos oportunos han logrado convertir sus estériles margas en tierras feracísimas.

»La vegetacion halófila de la estepa ibérica consta de unas 39 especies; dominan en ella las plantas rizhocárpicas y caulocárpicas, así como las peninsulares, africanas y del Norte de Asia.» (1)

2.º En la *zona central*, ocupando parte de la *region baja* ó sea de los jarales y tomillares, que en las llanuras y colinas alcanza una altitud de 420 á 740 metros, con temperatura media anual de + 13° á + 15° y 400 á 500 milímetros de agua llovida (2) «se encuentra la *estepa del Tajo* en el corazon de

---

(1) Anuario estadístico de España de 1858. . . . páginas 114 y 139.

(2) No podemos renunciar al deseo de hacer constar algunos de los datos, que nuestro respetable amigo el Sr. Pascual consigna en las páginas 121 y 122 sobre el clima de la planicie central de la Península, dice así:

«El clima de la elevada planicie de la Península es continental. Los pueblos de las llanuras del Norte corresponden, por su temperatura y principalmente por su vegetacion, al clima frio templado. Las parameras, las mesetas y aun las colinas, situadas al Mediodía de los 42° de latitud, se parecen á la Europa meridional, aun cuando por algunas relaciones de clima y vegetacion, difieran considerablemente de la parte que comprende la zona mediterránea.

»Faltan datos para conocer el clima de la planicie septentrional. En la del Mediodía y en la campiña de Madrid principalmente, la temperatura media del año es + 14°, 27 C.; la de verano 23°, 51, y la de invierno 6°, 87; la de primavera 13°, 17 y la de otoño 13°, 53. La máxima cae en Agosto y suele subir á 40°: sin embargo, se han observado 46°, y aun mas. La mínima cae generalmente en Diciembre y suele llegar á -6°, 25; tambien se han observado -10°. La temperatura media del mes mas cálido (Agosto) es, segun observaciones de 25 años, 24°, 90; la del mes mas frio (Diciembre ó Enero) 6°, 30; la diferencia entre ambos meses 18°, 60; y la diferencia entre los extremos 46°, 25 y aun 56°. Los cambios de temperatura son muy súbitos.

»La media anual de la fuerza térmica de los rayos solares en el año 1854 fué de 6°, 92 C.; de manera que, segun estas observaciones, el valor de

Castilla la Nueva: mide unos 150 kilómetros de largo y por algunos puntos 72 de ancho. Su suelo estará á unos 600 metros de altitud. Por la parte del Mediodía, donde domina la arenisca, hay llanos inmensos, rojizos, desarbolados y estériles,

---

la irradiación solar en Madrid fué doble que el observado por Humboldt en las regiones mas cálidas de la tierra.

»El número de días de lluvia es, segun el término medio de doce años, 62; habiendo habido año en que hubo 95 días de lluvia. El término medio de la cantidad anual de lluvia en ocho años es 418,2 milímetros.

»La cantidad de agua evaporada en 1834 se aumentó á medida que subía la temperatura y ascendió á 1.845,16 milímetros, y habiendo llovido en el mismo período 391,32 milímetros hubo una diferencia de 1.453,84 milímetros; de modo que la cantidad anual de lluvia fué próximamente la quinta parte menor que la del mismo líquido evaporada en los terrenos de Madrid.

»Nieve con frecuencia, pero ni en Madrid, ni en los llanos de Castilla la Nueva y Estremadura, que se hallan al Mediodía y Sudoeste de la Capital, se conserva mucho tiempo la nieve; en las mesetas, situadas hácia la pendiente ibérica, suele permanecer semanas y aun meses segun la altitud y exposicion de cada punto. Tambien los llanos de Castilla la Vieja y Leon están cubiertos de nieve durante semanas enteras. Las heladas son fuertes, secas y continuas; las mismas localidades, que abrasa un sol africano, se cubren de hielo cual en el centro de Europa.

»La primavera es varia, asoma á principios de Marzo, dura hasta últimos de Mayo y es lluviosa alrededor del equinocio; los avellanos florecen en Diciembre y Enero y siguen inmediatamente los fresnos; es muy temprano el cólchico por Tajo y Jarama; las heladas tardías suelen destruir en Madrid y sus cercanías las frutas; tambien suelen quemar los brotes tiernos del plátano, morera y olivo. Nuncios de adelantada primavera son en Madrid las cigüeñas (*Ciconia alba*) si vienen á primeros ó mediados de Febrero, las golondrinas (*Hirundo rústica*) si aparecen á últimos de este mes, y los grajos y las grullas (*Grus cinerea*) si pasan de Sur á Norte á primeros de Marzo. El verano es abrasador y solo se refresca con tal cual chaparron de tempestades; algunas veces cae granizo; comienza á desaparecer la vegetacion y se disminuyen las aguas á mediados de Junio, y pocos días despues los llanos de Castilla la Nueva están agostados y llenos de polvo. Aumenta la tristeza de este cuadro el denso velo de la calina, que oscurece el hermoso azul del cielo de Madrid. Las lluvias y tempestades de Setiembre limpian y refrescan la atmósfera y proporcionan un temple muy agradable; sin embargo, no deja de subir entonces el termómetro á 33° aun á la sombra. Pasado el equinocio, principian á verdear los sembrados; á retoñar los bosques y á llenarse los prados de flores delicadas pertenecientes á las Amarilideas,

tales son las tristes cercanías de la Roda, San Clemente, Belmonte y la Mota del Marqués. Por el Norte, donde domina el yeso, hay colinas redondeadas, valles y barrancos cual cortados á pico, tales son las cercanías de Horcajada, Carrascosa del Campo y Tarancon, los cerros de las dos orillas del Tajo desde Aranjuez á Fuentidueña, las cercanías de Rivas, Ciempozuelos, La Guardia y Tembleque, y en general la formacion yesosa de Tarancon. Los depósitos de arcillas y margas, situados alrededor de Quintanar de la Orden, entre Madrid, Arganda y Fuentidueña y entre Horcajada y Cuenca son llanos ó cerros ya redondeados, ya truncados.

»La vegetacion revela las tierras salitrosas. Escepto algunos pequeños salados en los yesos de Aranjuez, Espartinas y Horcajada y del mar de Ontígola, no se encuentran ni lagos ni arroyos cargados de sal. Los rios llevan agua dulce, así es, que á pesar de la altitud, clima continental y sol abrasador de

---

Liliáceas y Colchicáceas. Esta nueva vida es muy fugaz, pues á principios de Noviembre las heladas y escarchas suelen marchitar en una noche todas las galas del otoño. La vegetacion fanerogámica es muy débil en invierno, en cuya estacion invernan varias aves en esta region, tales como entre los insectívoros el reyezuelo (*Regulus ignicapillus*) y el pito real (*Gecinus viridis*).

El viento dominante, al menos en Castilla la Nueva, es el Sudoeste; corren ponientes por Febrero, Marzo y Octubre, los cuales traen buen tempero, y por Noviembre y Diciembre nortes frios y secos; en invierno y en el rigor del verano suele correr Levante, el cual es ardiente y seco. Los vientos tempestuosos del estío llegan hasta deshojar repentinamente los árboles.

El invierno de 1834 trascurrió bajo la influencia de los vientos Norderes, los cuales vienen del Centro y Oriente de Europa, y son por lo tanto frios y secos; en el verano siguiente reinaron los Sudoestes, correspondientes á las islas y tierras atlánticas del Occidente; en otoño la influencia de África y la mediterránea sobre el centro de la Península hicieron girar el aparato de Osler hácia el Sudoeste, manteniéndose el anemómetro en aquella direccion por muchos dias con cambios prolongados al Sudoeste y al Nordeste, hasta que, prévio un nudo que formaron los vientos á mediados de Octubre constituidos por cambios en las dos direcciones referidas, principió el invierno con tendencia á seguir igual curso que en el año anterior.»

la estepa del Tajo, no se halla esta tan despoblada, ni tan inculta como la ibérica ó sea la del Ebro.

»Las arcillas y margas se prestan al cultivo de cereales; en las margas, y particularmente en las calizas, que cubren los yesos, hay olivares y viñedos; en los sotos pastos excelentes para ganado bravo y caballar, y en ellas dan importancia á la produccion forestal dos ó tres plantas útiles para combustible, el taray (*Tamarix gallica et anglica*) que, aprovechado á turnos cortos, presenta ya en algunos puntos graduacion de clases de edad, el tamujo (*Colmeiroa buxifolia*), planta conocida con exactitud poco tiempo há y que sirve para combustible y escobas. Pueblan los aluviones mas próximos á los rios varias especies de álamos y sauces; beneficiáanse estos en monte bajo ó en afrailamiento y aprovéchanse aquellas en monte alto, mondando imprudentemente sus troncos sin dejar mas que una pequeña cogolla.

»Hay algunas aves, propias tambien de las estepas de Asia y África, á saber: la ganga (*Pterocles alchata*) y la ortega (*P. arenarius*).

»En los yesos y calizas se crían hermosos espartizales (*Macrochloa tenacissima*); el esparto de la estepa central, aunque nunca llega á la marca que alcanza el que produce el reino de Murcia, es mas fino y consistente y de mejor elaboracion. En Barajas de Melo, Legamiel, Fuentidueña y pueblos inmediatos sirve para hacer sogas, maromas, felpudos, etc. y en Cuenca hubo algunos años há fábricas de tripés, barraganes y otros tejidos.

»Las plantas halófilas llegan á unas 101 especies, cerca de los dos tercios de la vegetacion esteparia: consideradas bajo el aspecto fisiológico resultan 31 monocárpicas anuales, 3 monocárpicas bienales, 40 rhizocárpicas y 27 caulocárpicas: bajo el aspecto sistemático pertenece toda la vegetacion á 33 Familias; de las cuales hay 13 Salsoláceas, algunas de estas alimentan el comercio de barrillas, 12 Crucíferas, 11 Compuestas, 8 Gramíneas y 5 Leguminosas; respecto á las Clases principales hay

83 Dicotiledóneas, 12 Monocotiledóneas y 6 Acotiledóneas: hay 28 Talamifloras, 23 Calicifloras, 18 Corolifloras, y 14 Monoclamydeas. Bajo el aspecto geográfico, la vegetacion de la estepa del Tajo se compone de 36 especies peninsulares, 25 mediterráneas, 23 europeas, 8 africanas, 4 orientales, 3 del Mediodía mediterráneo y 2 asiáticas.

»En la estepa se encuentran bosques de coscoja (*Quercus coccifera*), sobre todo en las calizas, y estos se aprovechan por rozas á hecho y tal cual vez en monte medio para dar abrigo y resguardo á la caza y á los ganados; tambien hay rodales de encina y sobre todo algunos plantíos, hechos con éxito feliz en las pendientes del Jarama y Tajo. Caracterizan la estepa de Tembleque la *Artemisia valentina*, en Aranjuez la *Vella Pseudocytisus*, en Ciempozuelos la *Gypsophila Struthium*, en Rivas y Arganda el caramillo, (*Salsola vermiculata*), en Fuentidueña la *Sonchus crassifolius*, en Tarancon y Huete la *Eruca vesicaria*, *Centaurea hyssopifolia* y *Taraxacum serotinum*, en Carrascosa y Horcajada el *Lepidium Cardamines*, *Erytharaea gypsicola*, *Reseda erecta*, en Quintanar de la Orden y la mota la *Salvia Hispanorum*, *Gypsophila perfoliata* y la sosa azuleja (*Chenopodina sátiva*), en San Clemente, el Provencio y la Roda la barrilla fina (*Halogeton sativus*), el salicor (*Salsola Soda*), el tomillo (*Thymus vulgaris*) y otras.

»En general la vegetacion de los centros de ambas planicies es muy monótona, y enteramente distinta del variado y rico tapiz que forma la mediterránea; por esta razon algunos han constituido con ella el tipo, llamado español ó peninsular.» (1)

3.º En la zona meridional, africana ó subtropical, comprendiendo parte de la region inferior ó sea de las palmas, batata, caña de azúcar y algodón, con altitud de 0 á 140 y 170 metros y temperatura media de 18º á 21º en la costa de Levante, en que, especialmente en la de Murcia y al S. de Valencia, alternan los oasis y los desiertos como en la parte

---

(1) Anuario estadístico referido.. . . . . pág. 123.

oriental de la costa meridional presentando una vegetacion variada y de carácter africano, se encuentra la *estepa murciana*, llamada por Willkomm *litoral y mediterránea*, que el Sr. Pascual describe en los términos siguientes:

«Por las márgenes del risueño valle del Segura, por la parte mas poblada y floreciente del antiguo y pequeño reino de Murcia se extienden hácia Norte y Mediodía infinidad de mesetas secas, áridas y estériles, en una palabra, salitrosas, que llegan hasta los bordes del mar y forman reunidas el territorio, conocido en la Europa culta con el nombre de *Estepa litoral ó mediterránea*. Divídela el rio Segura en dos partes desiguales. La septentrional, que es la mayor, sube desde la cuenca del Segura por la solana de la planicie central hasta la meseta de Castilla la Nueva y coje una grande área en la meseta de Murcia y en el Mediodía de Valencia, su prolongacion oriental termina en el mar, en cuyas costas forma una faja ancha y desierta, la cual llega por el Norte hasta Villajoyosa y por el Sur hasta la desembocadura del Segura. Compone la parte meridional la tierra que hay entre el valle del Segura y las montañas de Cartagena, quedando dividida su área en dos porciones desiguales con la sierra de Carrascoy, las cuales se unen por la cañada de la sierra de Aguaderas. La parte septentrional está rodeada de montañas, entre las que descuella la sierra de España á causa de sus elevadas cumbres; consta de una vasta llanura, surcada por el rio de Vélez-Rúbio ó Sangonera y que se confunde por Oriente con la feracísima huerta y cerros de Murcia y por el Mediodía con el triste campo de Cartagena. Se extiende la estepa hasta el mar por Oriente y Poniente, y forma la marina entre la desembocadura del Segura y el cabo de Palos, así como entre Almazarron y Águilas. Desde este punto corre una prolongacion de la misma hasta las cercanías de Almería, pasando por Vera, Mojacar y Nijar. Toda la estepa forma una banda semicircular, que tendrá unos 500 kilómetros de largo.

»Caracteriza la estepa murciana la variedad en el relieve y

composicion del suelo. Alternan llanuras extensas con montañas fragosas; elévanse en algunos puntos cerros aislados, cónicos ó tabulares y en otros parajes el terreno está cortado por barrancos profundos. Sus tierras proceden respectivamente de areniscas, calizas, yesos, margas, arcillas ó arenas; las mas feraces provienen de terrenos postpliocénicos y no corresponden á la estepa, tales son las vegas del Segura y de Vélez-Rúbio. Las rocas plutónicas y volcánicas dan tierras estériles; es proverbial la aridez absoluta de los pórfidos y basaltos de la costa meridional: los que han observado estas formaciones en otros países aseguran unánimemente, dice uno de nuestros naturalistas, que abundan en manantiales y nada tienen de áridas; parece, pues, que la aridez del cabo de Gata no proviene de la naturaleza ó testura de la roca, que efectivamente no es muy compacta por mayor, sino de otras causas locales. Hay depresiones con lagos salados y hay otras con sedimentos de agua dulce, y por tanto con tierras postpliocénicas muy feraces. Así es que la estepa litoral es una mezcla confusa de valles, cuencas y llanos fértiles y amenos y de colinas, montañas y mesetas estériles y espantosas. Las tierras saladas no se prestan bien sino al cultivo de la barrilla (*Halogeton sativus*), la cual todavía se cultiva en las cercanías de Alicante, Campo de Cartagena y otros puntos.

»La vegetacion de la estepa litoral murciana ó mediterránea se compone de 68 especies, á saber: 11 especies Monocárpicas anuales, 2 Monocárpicas bienales, 23 Rhizocárpicas y 32 Caulocárpicas, correspondientes á 24 familias, entre las que hay 15 Salsoláceas, 10 Compuestas, 5 Plumbagíneas y 5 Crucíferas. Respecto á las clases hay 64 Dicotiledóneas y solo 4 Monocotiledóneas. Considerada la vegetacion bajo el aspecto geográfico, resultan 28 peninsulares, 2 mediterráneas en general, 2 europeas en general, 14 africanas, 9 orientales, 6 del Sur del Mediterráneo y una asiática: dominan pues las africanas y peninsulares.» (1)

(1) Anuario estadístico citado. . . . . páginas 142, 143 y 149.

4.º En la misma region: «La *estepa bética*, verdadera *terra incógnita*, se encuentra en la parte Sudeste de la cuenca del Guadalquivir en el paraje en que el Genil sale del valle, que atraviesa la banda montañosa de la terraza granadina por Noroeste. Se extiende en las dos orillas de aquel rio, por el Norte hasta Aguilar, Montalván, Miragenil y cercanías de Écija, por el Poniente hasta cerca del rio Corbones, por el Sur hasta Osuna y penetra hácia Antequera en la pendiente de la terraza por el valle del Guadalhorce. No es grande esta estepa; su diámetro no pasará de unos 48 kilómetros; pero es una de las mas espantosas de la Península, porque fuera del Genil no se halla agua potable; acaso por esto se llaman los pueblos limítrofes Aguadulce, Pozo ancho, Fuentes. Se distingue de las otras estepas por sus muchas lagunas saladas, pues tiene ocho; la de Zoñar, cerca de Aguilar, mide unos 15 kilómetros de circunferencia. En veráno dan sal. Llana la estepa en unos puntos, ondulada en otros, se compone de arcilla y marga. Está casi desnuda y aun escasean en ella los arbustos y semi-arbustos propios de la vegetacion esteparia; inaccesible al cultivo, se halla casi despoblada. El valle del Genil es estrecho y profundo, desnudo en la estepa, pero fuera de ella, feraz, arbolado y ameno.» (1)

5.º En la misma *zona* que las dos anteriores y *region montana* ó del *castaño* y *robles*, con altitud de 745 á 1.428 metros, temperatura media de 9º á 16º, lluvia de 240 á 460 milímetros y clima continental se encuentra:

«La *estepa granadina* ó de Guadix que se asemeja mucho á las del Asia. Comprende la mayor parte de la meseta situada en la banda oriental de la terraza granadina. Confina por el Norte con las montañas de la banda septentrional de la terraza y con la elevada meseta de Huéscar, por el Este con la elevadísima y montañosa meseta que corona la pendiente oriental de la terraza, por el Sur con las sierras de Baza, Gor, Javal-

---

(1) Anuario estadístico citado. . . . . pág. 149.

col, las mesetas de Zujar y Fiñana y la Sierra Nevada, y finalmente por el Poniente con los montes de Granada. La surcan dos rios con numerosos arroyos, el Guadix y el Barbate, y como está rodeada de montañas altas forma una especie de cuenca de gran diámetro. En ella se distinguen tambien dos relieves. La parte occidental, que está atravesada por el rio Guadix, es casi llana, y la riegan diez y seis arroyos procedentes de Sierra Nevada; la parte oriental está surcada por el Barbate y sus afluentes, y se conoce generalmente con el nombre de Hoya de Baza. El elevado llano de Guadix se compone de sedimentos terrosos, salados y estratificados en capas horizontales; el terreno de la Hoya de Baza consta tambien de estratos horizontales, pero son estos de marga blanquecina, salífera y de yeso terroso y foliáceo. Los afluentes al Barbate, salvo los rios de Baza y Guardal, conducen agua salada y toda la Hoya de Baza, fuera de los valles de los rios de Baza, de Cullar, Barbate y Guardal, ni está poblada ni en cultivo. Mas feliz es el llano de Guadix, pero la actividad no encuentra en él mas elementos que la tierra acumulada por los rios y arroyos en el fondo de los valles.

»La estepa granadina tiene el clima continental correspondiente á su mucha altitud sobre el nivel del mar. La temperatura baja en Guadix á  $-4^{\circ}$  y llega á  $+37^{\circ}$ . El verano de la Hoya de Baza se parece al de las localidades mas ardientes de la costa. Duran en invierno las nevadas cinco y seis dias seguidos.

»Caracterizan á esta estepa por Pozoalcon la artemisia (*Artemisia Barrelieri*), por Huéscar el esparto (*Macrochloa tenacissima*), por Cullar (*Zollikoferia pumila*), el tamojo (*Caroxylon articulatum*) por Banamaurel (*Astragalus tumidus*), por Guadix (*Jurinea pinnata* y *Eurotia ceratoides*) y por Diezma la zaharena (*sideritis linearifolia*).» (1)

---

(1) Anuario estadístico citado. . . . . páginas 114 y 137.

Hay finalmente otras *estepas* menores, que nuestro respetable amigo describe del modo siguiente :

«Además de las cinco *estepas* grandes, que se acaban de describir, hay otras de menores dimensiones; seis en Andalucía, una en el reino de Valencia, otra en Aragón y otra en Castilla la Vieja.

»Entre las *estepas* pequeñas de Andalucía, ocupa el primer lugar la de la *Mancha Real* en la provincia de Jaen. Se extiende desde el rio Jaen, siguiendo la direccion N. E. hasta el valle del Guadalquivir; consta de colinas redondeadas, compuestas de margas blancas y de yeso foliáceo; el terreno está surcado por numerosos arroyos, cuyas aguas se hallan tan cargadas de sal que sus orillas se cubren con cristales durante la estacion del verano. Está caracterizada por la *Passerina annua*.

»La *estepa* de Huelma y Cacin, situada en el páramo de Granada, es mayor que la *estepa* de Torre-Iscar. Su terreno se compone de marga, yeso y caliza, y debe ser una formacion de agua dulce segun las observaciones de Silvertop.

»Hay otra *estepa* pequeña en la campiña de Córdoba, situada cerca de Torre-Iscar y atravesada por el rio Guadajóz. Tambien hay en ella salinas de alguna importancia. (1)

»Finalmente; en la costa de Granada, entre Adra y Dalías, hay tambien otra pequeña *estepa*, compuesta igualmente de yeso y segun las observaciones de D. Miguel Siles hay otra pequeña en las cercanías de Tabernas. Se pueden considerar estas dos como las centinelas avanzadas de la gran *estepa* de Murcia.

»La laguna de Gallo-canta, se halla en la pendiente ibérica entre Daroca, Layunta y Calamocha; es mayor que la laguna Zoñar; se utiliza como salina, y da la mejor sal de Aragón. La superficie se solidifica en verano como los demás lagos salados. Al Norte de esta laguna, y á una legua de distancia, hay otros lagos, entre los cuales pasa el camino de Daroca á Molina. Sus

---

(1) Bony.—Gulde du voyageur. . . . . pág. 128.

orillas, formadas con légamos negruzcos y de mal olor, están cubiertos por una capa, de un dedo de grueso, que se compone de salitre, de sulfato de sosa y de sal comun. El terreno es margoso. (1)

»Cerca de Granada, entre la Malá y Gavia la Chica, hay tambien una formacion yesosa, cuyo suelo está cargado de sal y tiene diversas salinas. (2)

»En el S. O. del reino de Valencia entre Jalaucé y Jarafuel, hay tambien una *estepa* pequeña y poco salitrosa; su terreno es yesoso. (3)

»En el centro próximamente de la Tierra de Campos se halla la *estepa de Castilla la Vieja*.

»Los terrenos dominantes de las *estepas* españolas son, el yeso, la marga, la arcilla, la greda, las areniscas, las calizas y los pantanosos, compuestos de tierras aluminosas y bituminosas.» (4)

Con lo expuesto creemos dejar suficientemente probada la benéfica influencia de los montes en las *dunas*, *landas* y *estepas* y la importancia que en tal concepto podrán adquirir en España, en que desgraciadamente tan poco se ha hecho para sacar los inmensos terrenos que ocupan de su esterilidad característica.

---

(1) FRAY JOSEPH TORRULLA.—Aparato para la historia natural española 1754. Traducida al alemán por Christoph Gottlieb, v. Murr. Halle. 1773.

(2) BOISSIER.—Voyage botanique dans le midi de l'Espagne, p. 90, 91.

(3) CAVANILLES.—Observaciones sobre el reino de Valencia, p. 16, 17. Diccionario de agricultura antes citado, t. VI. . . . . pág. 336.

(4) Id. id. id. . . . . id. 340.

#### IV.

Que los montes *impiden la denudacion y abarrancamiento* de las rápidas pendientes no lo niegan nuestros mas decididos adversarios (1); lo reconocen, sí, pero dando á las causas múltiples que lo producen muy distinta influencia que nosotros, deduciendo consecuencias erróneas, que es necesario desvanecer; por esta razon en el presente artículo nos harémos cargo de algunas de aquellas ampliando nuestras consideraciones precedentes é iniciando las que desarrollaremos en los siguientes estudios, para que la verdad quede completamente esclarecida, aunque para ello hayamos de incurrir en enojosas repeticiones.

Cuatro causas concurren principalmente en la *denudacion y abarrancamiento* de las pendientes, y son: la *cantidad, velocidad y calidad* de las aguas, que corren sobre el suelo y la mayor ó menor *tenacidad* de éste.

Las tres primeras combinadas constituyen proporcionalmente á su intensidad la *cantidad de movimiento* de los torrentes y como en las *montañas desprovistas de vegetacion* son aquellas grandes, cuando ocurre un temporal, pues el agua recogida es mucha y pronto aumentada su *masa* con las tierras diluidas corre por las rapidísimas pendientes con *grandísima velocidad*, resulta, que su accion erosiva *sobre el fondo de la corriente* y la *fuerza* con que impulsa á los cuerpos, en que choca, ha de ser tan considerable que arrastre consigo á grandes distancias, no ya las ténues partículas del suelo, sino enormes pedazos de roca desprendidos de las masas, á que estaban fuertemente adheridos; esto, que está conforme con los principios de la Hi-

---

(1) M. Vallés lo declara de una manera terminante (pág. 28 y 29), y se muestra consiguientemente decidido partidario de la repoblacion arbórea de las montañas, único medio, dice, de evitar la denudacion.

dráulica, lo acredita la experiencia con harta frecuencia viéndose los perniciosísimos efectos de esos torrentes desoladores mas que en las montañas, que los produjeron con su desnudez, en los campos, en los caminos y en los pueblos de los valles y las vegas, donde se presenta á la vista esa imágen espantosa de la desolacion y de la muerte, que con tan negros como apropiados colores pintó el ilustre M. Blanqui haciendo referencia á los Alpes y que tantas y tantas veces los pueblos montañeses y riberiegos pueden contemplar entristecidos.

El agua obra sobre el suelo además física y químicamente, pues que reblandeciéndole y disolviendo algunos de sus elementos facilita la erosion y disminuye la resistencia, que á aquella y al choque presentaría segun su naturaleza.

Es evidente tambien que estas fuerzas no obrarán del mismo modo sobre todos los terrenos, ya que los arenosos no presentan la resistencia de los puramente arcillosos, ni los granitos abundantes en feldespato la que las calizas compactas mas ó menos alteradas por las influencias admosféricas.

Mas, como si la resistencia es pequeña, pronto desaparece el suelo hasta dejar la roca al descubierto y es un hecho bien conocido *que los endurecidos por el tránsito de ganados hambrientos, que le despojaron de vegetacion, son los que primero se desnudan y abarrancan, mientras que cuando aquella crece lozana, aunque el suelo se conserve mas esponjoso, no sucede así*, como es bien conocido por todos los montañeses y muy especialmente manifiesto en los Alpes, país clásico de los torrentes, es claro y evidente que estos dependen mas principalmente de las tres primeras causas.

Por eso la vegetacion herbácea y mas especialmente la arbórea, (1) que disminuye la *cantidad, velocidad y peso del agua*

---

(1) M. Bousingault (Economie rurale, t. I, pág. 633 y 632), cree por el contrario que la primera evita mejor la denudacion que la segunda por no fijarse mas que en algunas de las condiciones, que con una y otra adquiere el suelo, pero es fácil comprender que no es admisible esta preferencia, porque no influyen en el mismo grado en la cantidad y ve-

*torrencial*, segun es fácil de deducir de lo dicho anteriormente y de lo que expondrémos en el *cuarto estudio al hablar de la distribucion del agua llovida*, tiene la importantísima influencia de conservar el suelo en las pendientes, *dándole con el enlazamiento de sus raices mas resistencia* sin dejar de hacerle tambien mas *esponjoso y permeable*, como lo ha reconocido entre otros muchos sabios el ilustre Gay-Lussac (1) sin que esto implique contradiccion, como supone M. Vallés (2), sino al contrario condicion indispensable para que tales efectos se produzcan, ya que no habria suelo, como sucede en los desprovistos de vegetacion, por compacto que fuere, que en las rápidas pendientes de los montes resistiera la enorme fuerza en ellas desarrollada por las turbiasas y abundantes aguas, que caen en momentos dados.

Dicho esto, creemos oportuno hacernos cargo de algunos resultados experimentales y de las consecuencias malamente de ellos deducidas por nuestros adversarios.

Entre las muchas personas competentes, que han estudiado los torrentes espantosos de los Alpes, figuran dos ilustrados ingenieros de caminos uno y otro de minas, M. Surel y M. Gras, que han publicado obras especiales de grandísima importancia.

El primero deduce de sus observaciones las consecuencias siguientes:

- 1.<sup>a</sup> *Donde hay montes no hay torrentes.*
- 2.<sup>a</sup> *Donde aquellos se descuajan aparecen los segundos.*
- 3.<sup>a</sup> *Cuando se consigue repoblar las abarrancadas pendientes desaparecen los torrentes.*

---

locidad del agua que durante la lluvia llega al suelo, ni tampoco en las principales condiciones hidrológicas de éste y así no es de extrañar que en las últimas páginas citadas consigne, que basta el empradecimiento para sujetar el suelo de las mas rápidas pendientes; la experiencia contradice sin embargo esta aseveracion y se comprende fácilmente que así debe suceder.

(1) Becquerel.—Memoria citada de 1863. . . . . pág. 79.

(2) L' alienation des bois, etc. . . . . pág. 95 y otras.

El segundo demuestra que las torrenteras se forman con tanta mayor facilidad, cuanto es mas *friable* la roca, menos consistente el suelo.

Estas conclusiones son irrefutables y para comprobarlas no hay que visitar los Alpes, nuestras montañas nos presentan ejemplos por doquier, aunque no de tanta gravedad como aquellos.

M. J. Forster tuvo la feliz ocurrencia de publicar en 1859 (1) sus observaciones sobre las torrenteras formadas en una pendiente del valle de *Bernasobre* en parte poblada y en parte despoblada, que reúne condiciones excelentes para el estudio comparativo, por lo que y porque M. Vallés acepta estos hechos (2) para deducir consecuencias contrarias á la influencia benéfica de los montes, que dejamos demostrada en los artículos anteriores, los insertamos á continuación.

«Las experiencias, dice M. Forster, se han hecho sobre una de las vertientes del valle de Bernasobre, comun de Escoussens, departamento del Tarn. La vertiente á que nos referimos se dirige de S. á N. y su exposicion al O. El suelo descansa sobre caliza; la altitud máxima es de 900 metros sobre el nivel del mar, la distancia transversal de 400 á 500 metros y la inclinacion de la pendiente de 30 á 70 por 100.

»La extension total de la vertiente es de 285 hectáreas, de las que 40 de la region septentrional están descuajadas. El resto está poblado de un buen monte alto de roble y haya de 60 á 80 años.

»En esta última parte no existe una sola torrentera.

»En la parte descuajada, se ha conservado poblada solo una faja de 4 hectáreas. Esta faja se halla en la extremidad septentrional de la vertiente; tiene una anchura de 40 á 60 metros y se extiende á lo largo del arroyo de Bernasobre.

»Desde el descuaje, que data apenas de hace 30 años; se

---

(1) L' Ami des sciences de 20 Noviembre y Annales forestières. p. 358.

(2) Obra citada. . . . . pág. 97 y siguientes.

han formado siete torrenteras, de las que tres están situadas en la parte enteramente denudada y cuatro cruzan la faja poblada, de que acabamos de hablar.

»Como en todas partes, estas torrenteras están formadas por pequeños regueros que se reúnen á 50 metros, término medio, de la divisoria. A partir de tal punto (origen de la torrentera propiamente dicha), hemos medido para cada una de ellas la *seccion* (1) de 50 en 50 metros hasta la desembocadura en el valle. Los resultados así obtenidos son los siguientes:

### 1.º Torrenteras en la parte enteramente denudada.

1.ª	Torrentera.—	<i>Seccion</i> en el origen. . . . .	1'00 metros.
		— á 50 metros mas abajo.	3'30
		— á 50 id. id. . . . .	12'00
		— á 50 id. id. . . . .	33'00
		— á 50 id. id. . . . .	44'00
		— en la desembocadura en	
		el valle. . . . .	48'00
2.º	Id.	— <i>Seccion</i> en el origen. . . . .	9'00
		— á 50 metros mas abajo.	20'00
		— á 50 id. id. . . . .	30'00
		— á 50 id. id. . . . .	42'00
		— á 50 id. id. . . . .	56'00
		— en la desembocadura en	
		el valle. . . . .	75'00
3.ª	Id.	— <i>Seccion</i> en el origen. . . . .	0'50
		— á 50 metros mas abajo.	4'00

(1) En atencion á que se expresan simplemente en *metros* y no en *metros cuadrados* las observadas en las torrenteras, creemos que debe tomarse por *anchura* de aquellas las cantidades, que asigna á las diversas *secciones*; si así no fuera, sería aun mas fácil demostrar que M. Vallés no tiene razon para deducir consecuencias contra la *esponjosidad* y *permeabilidad del suelo de los montes*, como lo hace.

— á 50 metros mas abajo.	9'00
— á 50 id. id. . . . .	12'25
— á 50 id. id. . . . .	42'00
— á 50 id. id. . . . .	48'75
— en la desembocadura en el valle. . . . .	67'50

## 2.º Torrenteras que cruzan la faja poblada.

1.ª Torrentera.—*Seccion* en el origen. . . . . 1'25 metros.

— á 50 metros mas abajo.	3'60
— á 50 id. id. . . . .	16'00
— á 50 id. id. . . . .	22'50
— á 50 id. id. . . . .	22'50
— á la entrada de la faja poblada. . . . .	15'00
— al medio de la misma. .	15'00
— á la desembocadura en el valle. . . . .	16'50

2.ª Id. —*Seccion* en el origen. . . . . 2'25

— á 50 metros mas abajo.	5'00
— á 50 id. id. . . . .	7'00
— á 5 id. sobre la faja poblada. . . . .	7'80
— á la entrada de la misma.	7'50

»Despues de penetrar en la faja poblada esta torrentera se subdivide en cuatro secundarias presentando cada una una *seccion* media de 0'50 metros.

3.ª Torrentera.—*Seccion* en el origen. . . . . 0'30

— á 50 metros mas abajo.	2'25
— á 50 id. id. . . . .	3'40

»En la faja poblada se subdivide y se pierde.

4. <sup>a</sup> Torrentera.— <i>Sección en el origen.</i> . . . .	1'40
— á 50 metros mas abajo.	9'00
— á 50 id. id. . . . .	30'00
— á 50 id. id. . . . .	38'50
— á 50 id. id. . . . .	73'00
— á 5 id. sobre la faja poblada. . . . .	75'00
— á la entrada de la misma.	75'00
— al medio de la misma. .	75'00
— á la desembocadura en el valle. . . . .	75'00

»De lo que precede resulta:

1.º »Que en la parte descuajada se han formado siete torrenteras, mientras que ninguna se ha producido en la poblada, aunque esta última tiene una extensión seis veces mayor que la primera.

2.º »Que en ella también, la influencia de una simple faja poblada en la parte inferior de la vertiente ha sido muy marcada; pues, las torrenteras que la cruzan, en lugar de presentar secciones crecientes en notable proporción, como en las partes enteramente despobladas, han ofrecido de notable: que en un solo caso (4.<sup>a</sup> torrentera) la sección ha permanecido constante desde la entrada en la faja poblada hasta la desembocadura en el valle; en otro (1.<sup>a</sup> torrentera) la sección ha disminuido desde la entrada en la faja; en fin en los otros dos, ó bien la torrentera se ha perdido enteramente (3.<sup>a</sup>) ó se ha subdividido (2.<sup>a</sup>) de manera que después presenta solo secciones insignificantes, que no permiten el arrastre de rocas de alguna consideración.

»Debe tenerse presente que todas las condiciones de suelo, clima, situación y exposición son las mismas, pues que todo se encuentra en una misma vertiente. Podemos deducir con seguridad de las precedentes experiencias que la repoblación forestal de las pendientes es un obstáculo radical á la formación de las torrenteras, ó más en general, á la denudación de las montañas.»

Lleno de entusiasmo en presencia de estos interesantísimos resultados el ilustrado M. Vallés bate las palmas y esclama: ¿podreis ahora negarme que el suelo de los montes es *mas firme, mas compacto, mas apisonado que el de los campos?* ¿Cómo, si no, pueden esplicarse hechos tan palmarios, y evidentes? (páginas 95 y 97).

Cálmese nuestro alborozado adversario y no olvide que la *velocidad de las corrientes no es igual en la superficie, en el medio y en el fondo* y por consiguiente que debemos mirar el hecho no por encima como él lo hace sino por todas partes y verémos que no tiene motivo para tanta algazara.

En efecto ¿qué se deduce de estos hechos?

- 1.º Que donde hay monte no hay torrenteras originarias y
- 2.º Que las formadas en el terreno desprovisto de árboles se conservan de la misma ó menor *anchura* al pasar la zona de monte, se *dividen* en otras menos peligrosas ó *dividiéndose* desaparecen, ¿no es cierto?

Pues bien, si el ilustrado M. Forster no hubiera empleado la palabra *seccion* en lugar de *anchura*, como creemos lo ha hecho, y si en vez de concretarse á ésta hubiera determinado aquella y en caso necesario la *pendiente* á cada parte correspondiente, veria M. Vallés: que lo que han hecho los árboles es probablemente no aumentar la *cantidad de agua* haciendo innecesaria mayor seccion en los dos primeros casos (1), en el tercero disminuir *su velocidad* oponiendo con sus tallos grandes resistencias y subdividiendo la *cantidad* de aquellos para darla salida inofensiva ó *hacerla desaparecer* por absorcion en el terreno, y en el cuarto las raices y tocones de los que se encontraban en los límites del torrente los han defendido contra el choque violento de las aguas, que reflejándose hácia el centro,

---

(1) Aunque en uno de ellos ha disminuido la *anchura* en 7,50 metros, es muy probable que la seccion no haya variado mucho, pues ordinariamente su *altura* aumenta en las partes bajas y lo propio sucede á su *velocidad* aumentándose considerablemente con ella, á igualdad de seccion, el *gasto líquido*.

habrán, tal vez, determinado una corriente en el ege de mayor velocidad que en las orillas, circunstancia que produce mayor gasto líquido con igual seccion, como sabe muy bien nuestro ilustrado adversario.

Ahora bien ¿en qué se oponen estos hechos á la teoría que dejamos demostrada? En nada absolutamente, antes bien la corroboran.

No sucede lo propio con la por M. Vallés con tanta arrogancia establecida; pues si el terreno de los montes es tan *firme, compacto y apisonado* como supone en las páginas 94 y 107, si las aguas corren sobre él *libremente* en la direccion de la máxima pendiente con la *mayor velocidad* (pág. 105 y 122), si las torrenciales son mas abundantes en tales suelos, como dice (pág. 153 y 154) fundándose en los datos *absurdos* de M. Belgrand (1) ¿no son improcedentes é inesplicables las consecuencias deducidas de los hechos referidos? ¿cómo se comprendería que no aumentara la *anchura* del torrente, *ya que su existencia misma dice que no es imposible la denudacion, cuando ha de pasar una cantidad grande de agua*, para dar salida á la reunida en el monte, que con tanta *velocidad* camina *libremente* por la máxima pendiente á las líneas de reunion de aguas y consiguientemente á la principal que es el talwech del torrente? (2). ¿Cómo podria explicarse la desaparicion de algunos de ellos no obstante de ser tan pequeña la zona protectora?

Mr. Vallés se revuelve en un lecho de Procusto y sale del apuro en que su conciencia le pone exclamando (página 103):

---

(1) En el cuarto estudio lo demostraremos matemáticamente.

(2) Si M. Vallés nos contestara con lo que hemos dicho de la *mayor seccion* con igual ó menor anchura y el mayor gasto con igual seccion y mayor velocidad, le diríamos, que en este caso pudiera así suceder en lo que respecta á los torrentes formados en la parte despoblada, si es cierta la equivocacion citada en la nota de la pág. 82, ¿pero entonces por qué la misma ó mayor cantidad de agua, que debe reunirse en la poblada de arbolado no habrá formado ningun torrente? Por la sencillísima razon de que no corre con la libertad y velocidad que supone, ni en la cantidad que dice.

«En los montes al contrario no se forman torrenteras; en virtud de la resistencia del suelo, el agua resbala allí sobre cada punto en pequeños hilillos separados, cuyos volúmenes, si estuvieran reunidos, *aunque mas abundantes* que los que corren, á igualdad de superficie, en los suelos cultivados, no pueden, *en virtud de su extrema division, ejercer ninguna accion agresiva sobre un suelo por otra parte mas resistente.*»

Esto, que no está muy conforme con lo que dice en las páginas 122, 153 y 154, lo está mucho menos con las leyes físicas mas conocidas; pues no creemos que estos *hilillos de agua*, que con tanta *velocidad* y *libremente* corren por las *lineas de máxima pendiente*, por miedo *sin duda de reunirse dentro del monte* para dar un mentís á nuestro adversario salten valles y collados para salir en los límites de aquellos, cual cabeza de náufrago reciencacado del fondo de los mares.

M. Vallés dominado por una preocupacion incomprensible se ha metido en un círculo vicioso, que le haría aparecer como superficial y de escaso talento, si otros trabajos no demostraran sus grandes conocimientos como ingeniero de caminos y canales; por lo mismo sentimos que á cada paso apostrofe de una manera inconveniente á sus adversarios, como lo hace en la pág. 101, al querer dar tanta importancia en la formacion de las torrenteras á la *cohesion* del suelo como á la cantidad y velocidad de las aguas; y lo hace con tan poco fundamento cuanto que no creemos haya dicho nadie que las condiciones del suelo *dejen de influir* en la formacion de aquellas, aunque no en el grado de importancia que supone M. Vallés, valiéndose de un razonamiento, que dá á conocer la fuerza de sus convicciones, *como vamos á ver.*

Dice nuestro ilustrado adversario (página 103): «Torrentes de líquido arrojados sobre una plancha de mármol no la surcarán, mientras que el mas pequeño hilo de agua corriendo sobre arena producirá *infaliblemente* deformaciones en la superficie.»

Usando de semejante lógica, le contestarémós, que esto no

es exacto; pues si el suelo de *arena* es horizontal el agua del *hilillo* no la arrastrará, será por el contrario *filtrada* y, si aquel está en pendiente, sucederá otro tanto si la cantidad de agua y su velocidad no producen la fuerza necesaria para vencer la resistencia de sus granos; así mismo, si el agua está acidulada ó cae en la cantidad y con la velocidad necesarias para producir una fuerza mayor que la resistencia del mármol, le modificará en la superficie disolviéndole en el primer supuesto y rompiéndole en el segundo; de que todo esto no es imposible y sí por el contrario muy frecuente lo prueba el que los consabidos *hilillos* de los suelos forestales no arrastren siquiera las ligerísimas moléculas del *humus* y las hojas, cuando los torrentes de las pendientes no pobladas cada día arrancan grandes bloques de rocas duras arrastrándolos á los valles; ya vé M. Vallés que sin grande esfuerzo hemos probado que su *infaliblemente* resulta infaliblemente absurdo; su razonamiento no demuestra nada, si, como es de suponer, se propuso evidenciar que la *cohesion* del suelo tiene tanta importancia como las otras condiciones de los torrentes y si con ello solo quiso decir que *aquella influia tambien*, le pudo escusar, porque nadie lo ponía en duda; fatigoso es entrar en estos detalles, cuando debemos consagrar el tiempo y el espacio para mas graves cuestiones, pero en nuestro deseo de convencer á M. Vallés de sus errores y evitar ulteriores réplicas, nos decidimos á seguirle hasta en sus mas valadíes razonamientos, cuando podemos aprovechar ocasion oportuna en la exposicion de las teorías, que nos proponemos popularizar; nuestros lectores comprenderán y apreciarán nuestros justos deseos y con su característica benevolencia sabrán dispensarnos estas pesadeces y las multiplicadas repeticiones, que encontrarán en este libro, á causa de las numerosas contradicciones de nuestros adversarios, que á cada paso debemos ponerles á la vista.

Nuestra teoría explica sencillamente los hechos y estos la comprueban evidentemente, como puede deducirse de lo que dejamos dicho sobre las modificaciones del suelo por la vege-

tacion arbórea y lo que expondremos al ocuparnos, en el estudio cuarto, de la distribución del agua de lluvia en los montes y fuera de ellos.

Dice el ilustrado M. Vallés página 104; *pero, si los montes tienen verdadera importancia conservando el suelo de las pendientes, son una verdadera calamidad para los valles y los llanos*; pues que con ellos las inundaciones son mas perjudiciales, ya que con su poca absorcion del agua llovida ésta corre en mas abundancia desde que los consabidos *hिलillos* á la salida de los montes se reunen para destruir los terrenos mas bajos siquiera sus aguas salgan límpidas y claras.

Mas adelante demostraremos que esto es completamente erróneo; ahora nos concretaremos á breves observaciones.

1.<sup>a</sup> Si el agua de los montes sale en *hिलillos*, no pueden tener las que resultan de su union la velocidad que las de los torrentes formados en las pendientes desnudas de vegetacion, porque aquella, como sabe muy bien nuestro ilustrado adversario, disminuye considerablemente con la menor cantidad, á igualdad de pendiente y con el choque frecuente de cuerpos, que la hagan cambiar á cada momento de direccion, como sucede en los montes, y por consiguiente no puede en los valles producir tantos perjuicios como las otras á no suponer que se reuna en muchísima mayor cantidad, lo que, segun demostramos, es completamente falso.

2.<sup>a</sup> Las sustancias diluidas en el agua torrencial aumentan su peso y como no disminuyen su velocidad de una manera sensible sino cuando la cantidad de aquellas es muy considerable, resulta que deben tambien aumentar su fuerza impulsiva ocasionando mayores perjuicios en los terrenos bajos que las límpidas; á estos efectos conspiran las rocas y demas cuerpos duros y pesados que ponen en movimiento, los que, y no las aguas, suelen derribar los puentes, casas etc. etc. como con tan vivos colores lo describe el ilustre M. Blanqui en su memoria sobre los Alpes presentada á la Academia de ciencias de París en 1843.

3.<sup>a</sup> Las aguas filtradas por la capa *humífera* de los montes son fertilizantes y, aunque mecánicamente produjeran algunos perjuicios, es seguro que los pueblos esperarían con tanto anhelo su venida como los egipcíacos las fecundantes inundaciones del Nilo.

4.<sup>a</sup> Las aguas turbias de los torrentes, aunque llegaran, como supone M. Vallés, en menor cantidad que las otras á los valles y las vegas, producirían siempre mas perjuicios, porque en lugar de depositar el *humus* fecundante de aquellas dejan en los campos, primero los grandes bloques de roca y despues, y por su órden, los cantos, la grava y las arenas para conducir al mar las partes mas ténues y solubles, que depositan en la desembocadura de los rios formando arrecifes perniciosos; mas temen los cultivadores los perjuicios de tan estériles depósitos, que los daños que mecánicamente las aguas de inundacion producen á sus campos y seguramente nuestros adversarios lo comprenderán perfectamente si han examinado su estado despues del paso de tan terrible azote.

Ahora bien; si las pendientes sin los árboles se desnudan haciéndose no solo extériles sino un foco de perjuicios y con ellos se conserva el suelo mejorado cada dia suministrando productos de grandísima importancia, como veremos oportunamente, *es incuestionable la benéfica influencia de aquellos en la conservacion del suelo de las montañas y su fertilizacion.*

*Lo propio sucede cuando se los mira con relacion á los aludes, como vamos á ver.*

Los fuertes vientos en el momento de nevar ó cuando la nieve no ha tenido tiempo de aglutinarse y endurecerse, hacen que se reuna en cantidad muy considerable en determinados puntos de las montañas, que generalmente suelen ser la parte superior de los barrancos ó grandes rocas salientes, formando masas de gran volúmen.

Con la paulatina licuefaccion de la nieve se reblandece el suelo ó la roca sobre que descansa socabando al propio tiempo la base precisamente por la parte que mas resistencia debiera

ofrecer para conservar su estabilidad y llega un momento, en que, ya impelida por los vientos huracanados de la primavera, ya por la acción de la gravedad solamente rueda por las rápidas pendientes, formando espantosos *aludes*, esta masa arastrando las rocas subyacentes y derribando con su enorme fuerza cuanto encuentran á su paso hasta el fondo del valle, en que con el tiempo se convierte en agua depositando grandes bloques de roca y cantos, que, después de haber causado mil perjuicios en su rápida carrera, vienen á esterelizar los campos mas productivos de la comarca, como saben por tristísima experiencia los pueblos montañeses del alto Pirineo, de la cordillera cantábrica, los de la Sierra de Gredos y otras muchas en nuestra empobrecida pátria (1).

Pues, como con los árboles no son tan frecuentes y violentos estos vientos y con sus tallos y raíces sujetan aquella masa por una fuertísima estacada natural dividiéndola y en caso necesario deteniéndola en su camino, es claro y evidente que evitarán su desprendimiento, ó por lo menos que tales masas se separen mucho del punto en que se formaron; cuando las pendientes son extremadas al propio tiempo que el terreno excesivamente friable y poco profundo, es sin embargo muchas veces imposible evitarlo y los árboles caen también bajo el choque fuertísimo de los *aludes* dejando evidentes muestras de su paso.

De buen grado resumiríamos aquí cuanto dejamos demostrado en este largo estudio, ya que por sí solo bastaría en cierto modo para hacer patente la grandísima importancia, que en

---

(1) Estos daños pueden observarse en muchos pueblos de montaña situados al pié mismo de las grandes pendientes; pero en donde puede hacerse de ellos un estudio especial es en la villa de Baréges (Francia), en que para defender al pueblo y al establecimiento valneario militar, allí situado, se acordaron en 1859 costosísimos trabajos por el Emperador, que presidió la reunión de personas facultativas allí habida á tal objeto, eligiendo entre los medios propuestos la repoblación de las pendientes auxiliada por empalizadas de hierro fuertemente sujetas á la tierra con cimientos de mampostería. Véase la relación que de todo esto hace M. G. Serval en la *Revue des eaux et forêts* 1863, pág. 81 y siguientes.

los pueblos tienen los montes y la necesidad de que los de las rápidas pendientes sean por el Estado administrados por exigirlo así los mas sanos principios de la justicia distributiva; mas como no todos tienen la misma influencia, ni es la suya igual á la de los yermos y los campos de la region de aquellos y por otra parte deseamos evitar en lo posible repeticiones enojosas y presentar en conjunto las verdades, que acreditan la benéfica influencia de los montes en el clima y física terrestre, en la economía y la moralidad de los pueblos, único medio de convencer á los incrédulos y combatir desahogadamente á nuestros adversarios, dejamos tal trabajo para el fin de esta primera parte, aunque obrando así hagamos perder á este estudio todo el interés, que pudieran darle los razonamientos y consideraciones que lógicamente se desprenden de su contenido.

---

## ESTUDIO TERCERO.

### Los montes en sus relaciones con la temperatura del aire.

SUMARIO. I. Del calor y sus principales propiedades.—II. Manantiales caloríficos; radiacion solar y celeste; de ellas depende indirectamente la temperatura del aire, que de día disminuye y de noche aumenta con la altura; M. Becquerel supone que crece siempre con esta; se demuestra la imposibilidad de que tal suceda; existen dos *horas críticas*, vespertina y matutina, y no solo la última como dice tan ilustre meteorologista; la temperatura del aire de un lugar no está representada por la media de las observadas al N.; en ella influyen poderosamente la latitud, altitud y exposicion; poca utilidad práctica de las líneas térmicas hasta ahora determinadas; influencia en la vegetacion del calor y la luz; tambien la tienen grande la proximidad de los continentes y mares en la temperatura del aire.—III. Influencia en ella de los montes segun los Sres. Jefferson, Humboldt, Bousingault, Arago y Gay-lussac; infundada crítica que de los cuatro últimos hace M. Becquerel; su opinion es inadmisibile; M. Vallés pone en evidencia esta poca uniformidad de pareceres exagerando sus diferencias sin desvanecer las dudas; aquellas proceden de que tan ilustres meteorologistas dedujeron su opinion de efectos generales sin apreciar bien sus causas múltiples y de no haber distinguido los dos periodos de la vegetacion al hablar de su influencia.—IV. En nuestro concepto la que los montes tienen en la temperatura del aire no puede deducirse con exactitud de observaciones hechas sobre árboles aislados sino por procedimientos analíticos; las hojas obran como causas frigoríficas durante la vegetacion activa y mas de día que de noche y como caloríficas en la pasiva, es decir que *templan los calores del estio y los frios del invierno*; el tallo y las ramas tienen, aunque poca, influencia calorífica; *los montes*, aunque no todos con la misma intensidad porque depende esta de las condiciones propias de la especie, del método de beneficio y de otras muchas causas, *obran como las hojas* por ser estas las que hacen sensible su influencia térmica directa.

#### I.

Admítese como causa del calor un movimiento vibratorio molecular, que se trasmite de cuerpo á cuerpo por el intermedio de un fluido eminentemente sutil y elástico llamado *éter*,

en el que se propaga como las ondas sonoras en el aire; este sistema conocido por *el de las ondulaciones* es el que está, según los físicos modernos, mas en armonía con los adelantos de la ciencia.

En *el de la emision* se supone ser aquella causa un fluido material é imponderable, que puede pasar de un punto á otro hallándose sus moléculas en un estado continuo de repulsion.

Aunque el segundo no es hoy tan generalmente admitido como el primero se le prefiere para la esplicacion de los fenómenos caloríficos, porque simplifica las demostraciones; quizá esto y la radiacion calorífica á través del vacío sería bastante para hacer presumir que mas que el primero se aproxima á lo cierto, ya que con este no sería fácil comprender aquella accion; quizá tambien entre uno y otro sistema no haya diferencias tan esenciales como parece á primera vista y tal vez con ninguno se justifique la causa verdadera de la propagacion del calor; á los físicos corresponde dilucidar estas dudas; nosotros debemos concretarnos á indicar las teorías admitidas, ya que ni para otra cosa contamos con la competencia necesaria, ni sería propio de este lugar tratar tan espinosa cuestion mas extensamente.

«La *accion* general del calórico sobre los cuerpos, dice M. Ganot, consiste en desarrollar entre sus moléculas una fuerza repulsiva, que lucha sin cesar contra la atraccion molecular, resultando de ahí que por la influencia de este agente tienden los cuerpos á *dilatarse* primero, es decir, á adquirir mayor volumen, y á *cambiar de estado* en seguida, esto es, á pasar de sólidos á líquidos, y de líquidos á gaseosos.

»Todos los cuerpos se dilatan por efecto del calórico, siendo los mas dilatables los gases, luego los líquidos, y por fin los sólidos. En estos últimos se distinguen la *dilatacion lineal*, ó en una sola dimension y la *cúbica* ó en volumen; si bien á decir verdad, jamás tiene lugar la una sin que tambien se verifique la otra. En los líquidos y gases solo se consideran las dilataciones en volumen.»

*La temperatura* de un cuerpo es el estado presente de su

*calórico sensible* y se aprecia por comparacion con el de la fusion del hielo y ebullicion del agua por medio de los termómetros, de que se conocen muchos tipos.

Cuando los cuerpos pasan de sólidos á líquidos ó de este estado al gaseoso, absorben una cantidad mayor ó menor del *calórico sensible* convirtiéndole en *calórico latente*, es decir, no apreciable en la observacion termométrica: por el contrario cuando de gases pasan á líquidos ó de estos á sólidos convierten en *sensible* una parte de su *calórico latente*, que es igual á la que emplearon en el cambio primero.

Ciertas sustancias, como el hielo, el arsénico, alcanfor y otras odoríferas, pasan del estado sólido al gaseoso sin pasar por el líquido.

No debe confundirse la evaporacion insensible, que se verifica á cualquiera temperatura, con la que por la ebullicion se consigue mas rápidamente, pero, á la presion atmosférica ordinaria, no sin una temperatura elevada, que cambia con la naturaleza de los cuerpos.

Cuatro son las causas que influyen en la rapidez de la evaporacion de un líquido, á saber: 1.º *La temperatura* por el exceso de fuerza elástica, que determina en los vapores: 2.º *la cantidad de vapor del mismo líquido difundido ya en la atmósfera ambiente*, puesto que si esta se hallara saturada de él sería nula y la máxima si de él estuviera purgada: 3.º *La renovacion de la atmósfera* con lo que se evita la saturacion (1), y 4.º *la extension de la superficie evaporante*.

La *licuefaccion ó condensacion* de los vapores es su paso del estado aeriforme al líquido y la determinan *el enfriamiento, la compresion y la afinidad química*, exigiendo las dos prime-

---

(1) Por esta razon los vientos secos aceleran la evaporacion en tan alto grado que causan mayores perjuicios á la vida animal y vegetal que temperaturas bastante superiores á la que les corresponde; los persas cuando sopla el *simoun* se untan el cuerpo con boñiga húmeda y los africanos con grasa para evitar los temibles efectos de una evaporacion demasiado rápida. Becquerel.—Élément de Physique terrestre. . pág. 324.

ras que se hallen los vapores en estado de saturacion; pero no la última, como se observa cada dia en la absorcion del agua de la admósfera por las sales delicuescentes.

La *conductibilidad* ó sea la propiedad, que tienen los cuerpos de trasmítir el calórico en el interior de su masa por una suerte de *radiacion molecular*, varía mucho en los sólidos, siendo grande en unos, que, como los metales, se llaman por lo mismo *buenos conductores* y pequeña en otros, como el vidrio, las resinas, las maderas y sobre todo los líquidos y los gases, que por esta razon se llaman *malos conductores*.

El *calórico específico*, ó sea la cantidad de calor que absorbe un cuerpo, cuando se eleva su temperatura un grado, comparativamente con el que absorbería en el mismo caso un peso igual de agua destilada, no es idéntico en todos los cuerpos.

La capacidad calorífica del agua es cinco veces mayor que la de las tierras en general (1).

Hemos dicho que el calor se propaga en el interior de la masa de los cuerpos en virtud de su *conductibilidad* ó *radiacion molecular*, pero tambien se verifica de unos á otros por verdadera radiacion, que obedece á estas tres leyes:

1.<sup>ª</sup> *La radiacion tiene lugar en todas las direcciones alrededor de los cuerpos.*

2.<sup>ª</sup> *En un medio homogéneo la radiacion se afecta en línea recta y*

3.<sup>ª</sup> *El calórico radiante se propaga en el vacío del mismo modo que en el aire.*

La intensidad del calórico radiante

1.<sup>º</sup> *Es proporcional á la temperatura del foco.*

2.<sup>º</sup> *Está en razon inversa del cuadrado de la distancia y*

3.<sup>º</sup> *Es tanto menor cuanto mayor es la oblicuidad de los rayos caloríficos relativamente á la superficie sobre que obran.*

Sea cualquiera la temperatura de dos cuerpos se irradian mutuamente con tanta mayor intensidad cuanto mayor sea la

(1) Becquerel.—Des climats, etc. . . . . pág. 98.

que á cada uno corresponda; como de esta suerte el que la tiene mayor emite mas y adquiere menos y al contrario el otro, llega un momento, en que aquella es igual en ambos consiguiéndose el *equilibrio movible de temperatura*, que se mantiene hasta nuevas influencias, no obstante de continuar la mútua radiacion, pues que entonces es igual la que cada uno pierde á la que adquiere por la radiacion del otro cuerpo.

Cuando varios rayos caloríficos caen sobre la superficie de un cuerpo se dividen en tres clases ordinariamente; unos se reflejan con regularidad, otros irregularmente y los demas penetran en la masa.

Los primeros obedecen á las dos leyes siguientes:

- 1.<sup>a</sup> *El ángulo de reflexion es igual al de incidencia y*
- 2.<sup>a</sup> *El rayo incidente y el reflejado se encuentran en un mismo plano perpendicular á la superficie reflejante.*

Los segundos se dirigen en todos sentidos originando el *calor difuso* y

De los últimos, parte atraviesan el cuerpo para calentar los que están al lado opuesto á la incidencia, y otros son adsorbidos por él constituyendo el poder *diatérmico* y el *absorbente* la mayor ó menor cantidad de cada clase.

Estos, pues, están en razon inversa del calor reflejado, y como todo cuerpo irradia ó emite su calor á los demas con tanta mayor intensidad cuanto es mayor su temperatura, es consiguiente que el *poder emisivo* ha de estar en razon directa del *absorbente* é inversa del *diatérmico* y el *reflejante*, como lo han demostrado las experiencias de Leslie y otros, deduciéndose de las de Dulong y Petit que *para una misma diferencia entre su temperatura y la del recinto*, aquellos dos poderes son iguales, es decir que el tiempo que necesitan los cuerpos para absorber una cantidad de calor es igual al que emplean en emitirla.

No debe deducirse de aquí que un cuerpo adquiera siempre su temperatura primitiva, cuando despues de cesar la accion de un foco radiante determinado haya trascurrido igual tiem-

po que el empleado en la *absorcion*; porque como durante la *emision* de aquel absorbe tambien y pierde ó gana temperatura proporcionalmente á la diferencia entre la suya y los cuerpos que en él influyen, segun la ley de Newton, es claro que dependerá de esta circunstancia el que se consiga el *equilibrio movable*, que podrá ó no estar representado por aquella, como veremos al tratar de la *radiacion solar y celeste*.

De todos modos es indudable que toda causa que modifique el *poder absorbente*, ha de obrar en el mismo sentido respecto al *emisivo* y contrariamente al *reflejante* y al *diatérmico*, segun lo demuestra la experiencia: pudiendo en un mismo cuerpo modificarse estos poderes *con el grado de pulimento, la densidad, el espesor de la sustancia radiante, la oblicuidad de los rayos incidentes, y por fin la naturaleza del manantial calorífico*.

Hay cuerpos, como dejamos indicado, que dan paso al calórico radiante de la misma manera que los diáfanos á la luz, al paso que otros están privados de esta propiedad ó la poseen en grado muy inferior; á los primeros dió M. Melloni el nombre de *diatérmicos* y *atérmanos* á los segundos. Los gases son los cuerpos mas *diatérmicos* y los metales completamente *atérmanos*. No se crea que, á pesar de la analogia entre el calórico radiante y la luz, sean siempre los cuerpos transparentes los mas *diatérmicos* y mas *atérmanos* los opacos; pues la experiencia demuestra que no sucede así.

Las causas que modifican el *poder diatérmico* de un cuerpo son:

1.<sup>a</sup> *Su naturaleza*: 2.<sup>a</sup> *Su pulimento*: 3.<sup>a</sup> *Su espesor*: 4.<sup>a</sup> *El número de pantallas, que atraviesan los rayos caloríficos*: 5.<sup>a</sup> *La naturaleza de las pantallas antes de él atravesadas por aquellos* y 6.<sup>a</sup> *La del foco de calor*.

Los experimentos hechos para demostrar la 1.<sup>a</sup> han puesto en evidencia que no hay relacion *precisa* entre el *poder diatérmico* y la diafanidad.

Con la 2.<sup>a</sup> se aumenta el *poder diatérmico* y disminuye con

la 3.<sup>a</sup>, aunque no le es proporcional, pues que llegado á cierto límite no varía su influencia; lo propio sucede á la 4.<sup>a</sup>, aunque es de advertir que es mayor que la que correspondería á una sola pantalla de un espesor igual á la suma del de todas y finalmente, que cuando son de diversa naturaleza no influye el órden de colocacion.

La experiencia acredita con referencia á la 5.<sup>a</sup> causa que los rayos caloríficos, que han atravesado varias pantallas, lo hacen con mas facilidad en las siguientes, como si se tratara de tamizar sustancias pulverulentas ya tamizadas; esto indica la diferente naturaleza de los rayos caloríficos, que *M. Melloni reconoció tambien al determinar la última causa, induciéndole á suponer en ellos condiciones distintas relativamente á la propiedad de atravesar los cuerpos*, (1) á la manera que Newton admitió muchas especies de luz desigualmente trasmisibles al través de los cuerpos diáfanos y combinables entre sí, ó bien aislables.

*El aire es muy diatérmico* para los rayos caloríficos del sol (2) ya que en él se producen todos los fenómenos de radiacion calorífica conservando en las capas superiores de la admósfera una temperatura muy baja, como veremos luego, no obstante de ser atravesadas por aquellos; *el agua por el contrario es muy atérmica*, en cuya virtud las inferiores de los mares y lagos algo profundos conservan invariable su temperatura mientras que las de la superficie siguen la correspondiente al aire ambiente con mas ó menos precision segun los casos.

---

(1) Entre otros resultados observó que una lámina de agua deja pasar 0'60 del calor incidente á medio día y 0'32 solamente una hora antes del ócaso, mientras que por el contrario el de cristal de roca ahumado deja pasar 0'62 una hora antes del ocaso y 0'32 solamente á mediodía. M. Volpicelli repitió esta clase de experiencias con muchas láminas de diferentes sustancias. Daguin.—Obra citada, t. II. . . . . pág. 97.

(2) La admósfera absorbe la cuarta parte del calor emitido por él hácia la tierra, cuando se halla en el zenit del punto que se considera y la mitad en la media de todas las posiciones suponiendo que sea aquella

## II.

Los diversos manantiales de calor son:

1.º Los *mecánicos*, que comprenden el roce, (1) la percusión y la presión.

2.º Los *físicos*, á saber, la radiación solar, el calor terrestre, (2) las acciones moleculares, los cambios de estado y la electricidad.

---

pura, según los cálculos y observaciones de M. Pouillet-Daguin, obra citada, t. II. . . . . pág. 93.

Veremos más adelante que no sucede lo propio con relación á los rayos *caloríficos no luminosos*, á que principalmente debé la temperatura de sus capas inferiores, justificando la opinión de M. Melloni; no estamos por lo tanto completamente conformes con lo que dice M. Becquerel en su memoria de 1863, página 170, sobre la influencia directa del sol en la temperatura de las capas inferiores de la atmósfera (de lo que deduce que no está por lo tanto bien representada por la observada al N.) y para ello nos fundamos en lo dicho sobre el poder *diatérmico* del aire al hablar de la 5.ª causa modificadora de la diatermancia y del espesor de la atmósfera, pues que si tal influencia fuera sensible, *en el grado que indica*, no podrían justificarse las teorías y hechos admitidos; la temperatura observada al N. no es la del ambiente. *porque no participa del calentamiento que produce la radiación solar sobre el suelo*, como en las otras exposiciones, aunque pudiera contribuir la no radiación solar directa, como también cree M. Daguin . . . . . pág. 122.

(1) Hablando M. Daguin en su obra precitada (t. II, pág. 11 y 12), de los manantiales de calor se ocupa del desarrollado por el roce de los cuerpos dando á conocer el aparato *termógeno* de M. M. Beaumont y Mayer con el que, con una velocidad de 400 vueltas por minuto, en algunas horas se eleva á 130° la temperatura de los 400 litros de agua, que contiene la caldera; el vapor producido dá, según los mismos, la fuerza de un caballo, cuando el aparato se pone en movimiento con la de dos.

M. Daguin cree que en los países escasos en combustible y dotados de fuerzas motrices naturales puede este descubrimiento prestar grandes servicios y ser de aplicación muy general en la industria, ya que muchas veces se pierde aquella inútilmente.

(2) El calor central no eleva la temperatura media del aire más de  $\frac{1}{30}$  de grado centígrado. (Becquerel.—*Eléments de Physique terrestre*, etc. etc. pág. 43); pero por debajo de la capa invariable de la tierra, cuya profundidad depende de la diferencia en las temperaturas diurnas y estacionales, aumenta el calor 1º centígrado por cada 31 metros según el ilustre Bousingault.—*Economie rurale*, tomo II. . . . . pág. 670.

3.º Los *químicos*, es decir, las combinaciones moleculares y especialmente la combustion y

4.º Los *fisiológicos*, esto es, las causas de la produccion del calor en los seres vivos.

El mas intenso de estos orígenes del calor es la radiacion solar, pues que del mayor ó menor tiempo que el sol está sobre el horizonte, es decir de la magnitud de los dias y de su altura sobre éste, depende la temperatura por la admósfera adquirida, por lo que, y sin perjuicio de hacer referencia á algunos de los otros oportunamente, de ella y de la radiacion celeste nos ocuparémos desde luego.

Segun Laplace el calor del sol es debido á la masa inflamada de éste, que experimenta inmensas erupciones, mientras que otros, suponiendo con Herschel que el sol es un cuerpo sólido, oscuro, rodeado por una admósfera luminosa y compuesto de capas que reaccionan químicamente las unas sobre las otras á la manera de los pares de la pila voltáica, atribuyen á enérgicas corrientes eléctricas la luz y calor solares (1).

Dice M. Pouillet que el calor que la tierra recibe del sol en el curso de un año, si fuera exclusivamente empleado en fundir hielo, sería capaz de derretir una capa de 31 metros de espesor al rededor de todo el globo, no obstante de deducirse de la superficie de la tierra y de su distancia al sol que aquella solo recibe 1/2.881.000.000 del calor emitido por éste (2).

---

(1) Becquerel.—Élémets de Phisique terrestre. . . . . pág. 4.

Ganot.—Tratado elemental de física. . . . . id. 280.

(2) De las observaciones practicadas por el P. Sechi en 1832 ha deducido: 1.º Que la temperatura vá disminuyendo del centro del disco solar al borde, en que es casi la mitad de la de aquel, esplicándose esto porque los rayos de la periferia atraviesan una admósfera absorbente, que rodea al sol sobre la *photos-phaera* ó sea una porcion mayor de ella que los que parten del centro. 2.º Que las regiones polares son menos cálidas que la ecuatorial. 3.º Que las diferentes faces del sol no tienen igual temperatura. 4.º Que cerca de las *manchas del sol* la temperatura es baja y no la aumentan los *fásculos*, observándose que *los años, en que nos presenta muchas de aquellas, es algo menor la temperatura media*, aunque esto necesita comprobacion. Daguin.—Obra citada, t. II. . . . . pág. 98.

Pero su accion no es poderosa (relativamente á cada punto del globo) sino cuando se halla sobre el horizonte y la diafanidad de la admósfera permite llegar sus rayos á la superficie de la tierra; ni obra con la misma intensidad sobre todos los cuerpos y en todas ocasiones y lugares, ya que depende de su distancia y oblicuidad, es decir, de la situacion de la tierra en la ecliptica, de la del punto que se considera con relacion al sol por efecto de la rotacion de aquella y al ecuador terrestre, así como tambien de los poderes *reflector*, *absorbente* y *diatérmico* de los cuerpos sobre que influye; por eso ha de ser menor en invierno que en verano, en las zonas polares y templadas que en la tórrida, en las exposiciones septentrionales que en las meridionales, por la mañana que al medio del dia, en las tierras arcillosas amarillentas y húmedas que en las negruzcas y secas y en el aire (1) que en el agua y por esta razon varía tanto la temperatura adquirida por los cuerpos en tan diferentes condiciones, aunque siempre iría aumentando si no existiera una *causa compensadora de enfriamiento*.

Esta existe en la baja temperatura del espacio celeste, que, segun Fourier, es poco diferente de la de los polos é inferior á  $-60^{\circ}$  (2) y obra constantemente sobre los cuerpos, que están

---

(1) Téngase presente que hablamos de la radiacion solar directa, es decir, de la *calórico-luminosa*, para la que es el aire eminentemente *diatérmico*, como ya hemos dicho, y que por lo tanto suponemos se prescinde de la temperatura que en él produce la *calórico-no-luminosa* de los cuerpos, que absorbieron aquella y se la comunican así trasformada.

(2) Becquerel.—Des climats, etc. . . . . pág. 39.

Segun M. Daguin (obra citada pág. 130) «Fourier fué el primero que admitió que el espacio, en que se mueven los planetas, posee una temperatura propia debida á los rayos de calor emitidos por todos los cuerpos celestes esceptuando el sol y los planetas de nuestro sistema. Esta temperatura es necesariamente mas baja que la menor que se ha podido observar en las regiones polares. Y como se ha comprobado un frio de  $-37^{\circ}$ , este número dá ya una primera idea de la temperatura del espacio. M. Saigey ha calculado esta temperatura por tres métodos distintos (*Petite phisique du globe*, t. 1):

1.º »Considerando la ley del decrecimiento de la temperatura correspondiente á una disminucion constante de la presion (1037), ha encon-

en la superficie de la tierra, aunque por la mañana es superada su acción por la radiación solar, de manera que ganan entonces la temperatura que por la tarde y noche pierden con aquella; y así se comprende perfectamente porque en las lar-

trado para una presión nula el número  $-60^{\circ}$ , que da la temperatura en los límites de la atmósfera.

2.º »Las variaciones diurnas del termómetro en un mismo lugar son tanto menos pronunciadas cuanto la media es mas baja (1045). Suponiendo que esta ley se verifica mas allá del límite de las observaciones, se concibe que la media correspondiente á la variación nula será la temperatura del espacio; pues el calor que determina la temperatura de un lugar se descompone en dos partes: una constante que viene del espacio y la otra variable debida á los rayos solares. Cuando no hay variaciones diurnas es porque esta última dejando de ejercer influencia queda sola la otra y la temperatura constante observada es la del espacio. Las experiencias deben hacerse sobre los continentes en lugares elevados de modo que se eviten, tanto como sea posible, las influencias que atenúan las variaciones diurnas. De las observaciones hechas en Génova, en Friburgo, San Bernardo y en el Norte de América M. Saigey ha deducido los resultados medios que siguen:

Media del día . . . . .	$20^{\circ}$	$10^{\circ}$	$0^{\circ}$	$-10^{\circ}$	$-20^{\circ}$	$-30^{\circ}$
Variaciones extremas } del día á la noche . . .	$10^{\circ}3$	$9^{\circ}$	$7^{\circ}8$	$6^{\circ}5$	$5^{\circ}2$	$3^{\circ}6$

»Se observa que cada uno de los números de la segunda línea puede obtenerse restando  $\frac{1}{3}$  del que le precede. Continuando esta ley se halla que, para llegar á una variación nula, es preciso todavía considerar tres términos correspondientes á  $-40^{\circ}$ ,  $-50^{\circ}$  y  $-60^{\circ}$ . Este último número sería, pues, la temperatura correspondiente á las variaciones nulas, es decir, la del espacio.

3.º Las temperaturas medias bajan á medida que se eleva el punto de observación, y las extremas se separan cada vez mas á medida que la temperatura media es mayor; las diferencias en las temperaturas observadas á diferentes alturas deben ser mas pronunciadas cuando la temperatura del punto mas bajo es mayor; en efecto así sucede.

»Buscando á qué temperatura la diferencia es nula, se tendrá tambien la del espacio, pues que debe ser la misma para todas las alturas. Las observaciones hechas en Génova, Friburgo y en el hospicio de San Bernardo dan los resultados siguientes:

Temperatura en Génova . . . . .	$30^{\circ}$	$20^{\circ}$	$10^{\circ}$	$0^{\circ}$	$-10^{\circ}$	$-20^{\circ}$
Exceso sobre la } temperatura. } del S. Bernardo.	$2^{\circ}3$	$2^{\circ}$	$1^{\circ}8$	$1^{\circ}6$	$1^{\circ}3$	$1^{\circ}$
	$15^{\circ}$	$13^{\circ}$	$11^{\circ}$	$9^{\circ}$	$7^{\circ}$	$5^{\circ}$

»Si se prolongan estas tres líneas de números para hallar la temperatura que correspondería al *exceso nulo*, se tendrá la temperatura del espacio, que será la misma para todas las alturas. Pues, la serie de dife-

gas y serenas del mes de Enero el aire en contacto con el suelo adquiere la temperatura mínima mas pronunciada y en las regiones polares al fin de sus noches de cuatro y mas meses el termómetro llega á señalar  $-50^{\circ}$  y aun temperaturas mas bajas, al propio tiempo que muy elevadas en muchas comarcas de la Rusia al fin de sus larguísimos dias, cuando la altitud y latitud de aquellas no son excesivas.

La accion de la baja temperatura de los celestes espacios no es sin embargo la misma en todas sus partes y la máxima está en la porcion circular, que tiene por centro el zenit y por diámetro 60 á 70 grados (1), ni tampoco igual para todos los puntos de la tierra, pues es mayor en la cúspide de las montañas que en los llanos y sobre los cuerpos que en el aire por la menor distancia sin duda en las primeras y mayor poder emisivo en los segundos (2).

Cuando el cielo está cubierto, ninguna de estas dos causas puede obrar con gran intensidad, ya que de dia los rayos solares son interceptados por el agua vesicular que constituye las nubes y no permite llegar el calor á la superficie de la tierra en virtud de su atermancia y gran capacidad calorífica (3) y

rencias que corresponde á S. Bernardo forma una progresion aritmética, cuya razon es 2 y se vé que el término igual á  $0^{\circ}$  corresponderia á una temperatura comprendida entre  $-40^{\circ}$  y  $-30^{\circ}$ . La série de diferencias correspondiente á Friburgo, no sigue una ley tan sencilla, pero se pueden obtener los diferentes términos restando del que precede ya  $0^{\circ}2$  ya  $0^{\circ}3$ . Adoptando el segundo de estos números se halla que la temperatura que corresponde á una diferencia nula, está comprendida entre  $-50^{\circ}$  y  $-60^{\circ}$  y adoptando el primero se halla  $-70^{\circ}$ . Se puede por lo mismo admitir  $-60^{\circ}$ .

De las observaciones hechas con el *actinómetro* de su invencion ha deducido M. Pouillet que la temperatura de los espacios celestes debe ser de  $-142^{\circ}$  coincidiendo sensiblemente con el cero absoluto de Person. Daguin.—Obra citada, t. II. pág. 130 y Becquerel—*Eléments de Physique terrestre*, etc. . . . . pág. 42 y 51.

(1) Id. id. . . . . pág. 43.

(2) Id. Memoria citada de 1863. . . . . id. 5.

(3) Los dias cubiertos dejan llegar á la tierra, término medio, la tercera parte del calor de un dia claro en igualdad de las demás condiciones. Gasparin.—*Cours d' agriculture*, t. II. . . . . pág. 130.

de noche impide la mútua radiacion de los cuerpos terrestres y los celestes espacios por la que sobre ambos ejerce y la reflexion sobre los primeros de algunos rayos solares.

Naturalmente esta accion de las nubes depende de la superficie que interceptan, de su espesor y de su altura; así como por el contrario la de aquellas causas de la mayor ó menor diafanidad de la admósfera, que nunca es tan pura como parece á primera vista, en opinion de M. de Gasparin; pero de todos modos es bien sabido que así como el calor, que en la superficie de la tierra se recibe, es tanto mayor cuanto mas despejada esté la admósfera de dia, lo es tambien el que pierden los cuerpos durante la noche con aquella circunstancia (1), y de

---

(1) Wilson fué el primero que en 1783 apreció los efectos de la radiacion nocturna valiéndose de un termómetro echado sobre nieve; ratificaron despues sus resultados Pouillet, Parry y Scoresby en las regiones boreales y Wilson, Pictet, Six, Wells y Melloni, quien valiéndose de reflectores cónicos comprobó: *«que la temperatura de la capa de aire mas baja es mucho menor (de noche se entiende) que la de las superiores á causa de su contacto con el suelo y que á este efecto de la radiacion celeste se debe atribuir el gran frio que se experimenta al atravesar de noche los desiertos de arena, que se enfría notablemente en sus noches calmosas y serenas.*

«Desde tiempo inmemorial se sirve en Bengala para hacer hielo del frio producido por la radiacion nocturna.

»A este efecto, en una escabacion con reborde que detiene el aire enfriado y llena de hoja de maíz, se colocan vasos planos ó platos llenos de agua.

»Cuando el cielo está sereno y el aire á menos de 10° y calmoso, el agua se congela, aunque un termómetro echado sobre la hoja marque 3°. Segun M. Willians, hay manufacturas de esta clase que ocupan centenares de obreros. Wells consiguió en Inglaterra hacer hielo *durante el verano* por medio de la radiacion. Se ha visto durante algun tiempo en Saint-Ouen, cerca de París, un establecimiento en que se obtenia el hielo por este medio; pero la rareza de las noches serenas y el bajo precio de aquel conservado en los pozos, hicieron abandonar la empresa.» Daguin.—Obra citada, t. II. . . . . pág. 136.

Al transcribir estos curiosos apuntes no solo nos proponemos dar idea de la intensidad con que la radiacion celeste obra, sino dar á conocer el sistema que, en los pueblos de corto vecindario sobre todo, puede tener ventajosa aplicacion para satisfacer una necesidad ó un modesto y económico placer, que difícilmente en ellos se consigue de otro modo sin grandes gastos.

aquí la producción del rocío en las serenas noches del verano y de la helada en las otoñales, invernales y primaverales, siquiera para lo primero sea necesario como condición indispensable, que el aire tenga la necesaria humedad, según diremos en el estudio siguiente y así mismo que cuando el cielo está cubierto los días no son tan calurosos, ni las noches tan frías, á igualdad de las demás condiciones; de manera que para apreciar bien las climatéricas de una comarca interesa mucho conocer el número de días despejados y cubiertos, que por término medio se suceden en el año, como lo propuso M. de Gasparin (1), y

---

(1) De los estados de *días claros* de diferentes puntos, recopilados por este agrónomo eminente y copiados por M. Becquerel, deduce este que: «Abstracción hecha de las circunstancias locales, el número de días claros decrece yendo del N. al S. hasta el mediodía de Alemania; mas allá de los Alpes se llega á una *zona luminosa*, que lo es mas á medida que se acerca al Mediterráneo.

»Sobre las costas, á igual latitud, hay menos días claros que en el interior de los continentes. Lo propio sucede en las altas montañas,» no siempre en nuestro concepto.

«En fin existe una *zona nebulosa* en Europa del 47° al 52° de latitud.» —Des climats, etc. . . . . pág. 132.

Puédese considerar la *Mesa central* de España comprendida en la *zona luminosa ó aclarada*, atendidas las condiciones de diafanidad de su atmósfera, que dá por resultado, entre otras causas, el clima extremado que la caracteriza y á que el autor de la monografía de las *estepas españolas* aplicó con tanta oportunidad el espresivo y elegante verso del Dante: *á soffrir tormenti caldi et geli*.

Uno de los muchos beneficios que la nieve proporciona á las plantas sobre que yace en suficiente espesor, es preservarlas de los efectos de la radiación nocturna y heladas consiguientes.

No otro tampoco se proponen y consiguen los jardineros y hortelanos al cubrir con cañizos sus planteles y al mismo fin los indígenas del Cuzco desde inmemorial, según refiere Garcilaso de la Vega, quemar cerca ó sobre sus campos malezas mojadas, que produciendo mucho humo impiden la radiación de las plantas hácia los espacios celestes y consiguientemente que se hielen, neutralizando con ello los malos efectos de la presencia de la *luna roja*, que allí como en Francia y Alemania, tanto temen los cultivadores por los perjuicios que las heladas les originan.

Los que tan malo suponen el clima de Inglaterra por su nebulosidad irán comprendiendo su equivocación, ya que aquella es una condición de los climas templados y por lo mismo los mas aptos para el desarrollo de los seres orgánicos.

es muy necesario para no confundir la belleza poética con la utilidad, como tantas veces se hace en España suponiéndola dotada de un clima inmejorable, cuando tan lejos hoy se encuentra de tenerle bueno siquiera en su mayor parte.

El aire, hemos dicho, es eminentemente *diatérmano* con relacion á los rayos solares y por lo mismo no debe á ellos directamente su temperatura ó todo lo mas en pequeña parte y proporcionalmente á su densidad, sino al contacto con los cuerpos calentados por aquellos y á las corrientes ascendentes, que determinan su caldeamiento, es decir á la radiacion mediata del suelo; en virtud de las condiciones referidas y de su mala conductibilidad es consiguiente que aquella será mayor cuanto mas próximo se halle al cuerpo, que se la proporciona, mientras éste reciba la influencia de la radiacion solar é irá disminuyendo con la altura, pues que cada capa de aire adquiere su temperatura de la inmediatamente inferior ó de las corrientes ascendentes indicadas y nunca puede ser mayor que la que caracteriza á la capa ó corriente que se la proporciona; y como las capas superiores están además influidas por una menor presion atmosférica, que contribuye tambien al descenso de la temperatura por convertir en latente parte del calórico sensible, puede asegurarse que durante el día la del aire está en razon inversa de la altura sobre el suelo de cada lugar.

Durante la noche sucede lo contrario (1); pues teniendo la

---

(1) A juzgar por lo que dice en la página 683 del tomo II de su *Economle rurale*, M. Bousingault en 1831 no se había dado cuenta de este crecimiento de la temperatura del aire con la altura; pues que hablando del decrecimiento consiguiente á la altitud, dice: «*Sin embargo sucede algunas veces que en invierno, en una zona poco elevada, la temperatura crece con la altura*, como lo han reconocido M. M. Bravais y Lottin en el 70° de latitud. En tiempo calmoso y para una altitud de 4 á 500 metros este crecimiento llegaba á 6°.» Como este distinguido físico y otros usan indistintamente las palabras altura y altitud, lo que es impropio y por otra parte dice por error de imprenta latitud, no tenemos seguridad de haber interpretado fielmente su opinion, aunque si á ello nos inclinamos por los observadores que cita y porque no hace mencion del crecimiento ó decrecimiento referidos especialmente, no obstante de hablar

tierra incomparablemente mayor poder emisor que el aire, es consiguiente que ha de perder con la radiacion celeste mas rápidamente su temperatura y este descenso se comunicará primero á las capas de aire inferiores, que obrarán á su vez en igual sentido en las que sobre ellas descansan, pero en virtud de su mala conductibilidad con lentitud, ya que en este caso no ausilian su accion las corrientes ascendentes; esto sucederá naturalmente en toda la parte de la admósfera (1) influida por la radiacion del suelo durante el dia y tanto mas enérgicamente cuanto mayor sea la accion frigorífica de los espacios celestes y el tiempo que dura, es decir, cuanto mas despejada, calmosa y larga sea la noche.

Aunque usamos las palabras *dia* y *noche* para hacernos entender mas fácilmente, no queremos con ellas significar que suceda desde la aparicion del sol sobre el horizonte hasta su ocaso, lo primero, y desde este al nuevo orto siguiente, lo segundo, no; sino el período en que entre los primeros límites domina el efecto de la radiacion solar al de la celeste y el en que éste domina á aquella, porque en nuestro concepto estas dos acciones simultáneas dan por resultado que la temperatura sea igual en un momento dado de la tarde, *hora crítica vespertina* y otro análogo por la mañana, *hora crítica matutina* y es consiguiente que entonces no se verifica el crecimiento ó decrecimiento indicado (2).

---

en la pág. 707 del mayor enfriamiento del suelo que el aire por la radiacion celeste, que es el fundamento de la teoría; esto es tanto mas de extrañar cuanto que el crecimiento referido tiene mucha importancia en el cultivo: si el crecimiento que consigna se refiriera á la altitud de 4 á 500 metros, realmente sería inexplicable, porque la accion de la radiacion celeste aumenta, en igualdad de las demás condiciones, con aquella y por lo mismo el efecto sería contra producente.

(1) Hasta 50 metros segun M. Martins. Recherches sur la temperature del'air, por M. Becquerel (1863). . . . . pág. 112.

Probablemente se hallará un límite superior, cuando se hayan hecho observaciones á alturas mas considerables.

(2) Hablando M. Daguin (obra citada, t. II, pág. 109) de la variacion diurna en la temperatura de un lugar, dice con referencia á París, que

Mas adelante veremos que M. Becquerel admite con otros meteorologistas que *sobre las seis de la mañana próximamente* la temperatura del aire, hasta la altura de 50 metros sobre el suelo de cada lugar, es la misma en todas las exposiciones, es decir, que admite la *hora crítica matutina* y como de la *vespertina* nada dice, es de suponer que no la haya observado; nosotros hemos deducido su existencia analíticamente, porque no se concibe sin ella el cambio en la marcha de la temperatura del aire con la altura de dia y de noche y sobre ello llamamos la atención de los observadores, seguros de que en breve la encontrarán; pero dejando esto para otra ocasion, continuemos la comprobacion de la opinion antes emitida.

De la existencia de la *hora crítica matutina*, que admite M. Becquerel, se deduce un argumento que consideramos irrefutable en favor de nuestra opinion y en contra de la de fisico tan ilustrado; porque en efecto si, como dice éste, la temperatura crece siempre con la altura, ¿cómo puede concebirse que á una hora determinada sea igual en todas las estaciones? de ningun modo en nuestro sentir (1); mientras que con el *decrecimiento diurno y crecimiento nocturno* no solo se justifica la existencia de semejante hecho, sino que se deduce *á priori* que debe haber dos *horas críticas*, como dejamos dicho y como esperamos acredite la experiencia, cuando las observaciones se hagan de una manera conveniente (2).

---

la media se deduce próximamente de la semisuma de la máxima y mínima y que coincide con la media anual correspondiente á la de las 8 h. 20' de la mañana y la de la misma hora de la noche, que serian las horas críticas si pudiera admitirse la posición de los termómetros y no variasen con las estaciones.

(1) Mas adelante demostraremos que no es admisible la justificacion que de esto dá M. Becquerel en una de sus memorias de 1863.

(2) En su memoria de 1863 (pág. 72) condena M. Becquerel las deducciones *analíticas* dando á las *sintéticas* mayor importancia; en nuestra humilde opinion esta preferencia no está justificada, cuando se trata de cuestiones tan complejas, como las de que aquí nos ocupamos, por la imposibilidad de separar muchas veces en la observacion las causas múltiples y estrañas, que producen el efecto que se observa; así creemos que,

Conforme con la opinion antes emitida sobre la marcha de la temperatura del aire con la altura durante la noche están los resultados obtenidos de observaciones directas por M. M. Pic-tet, Six, Wells, Marcet, Bravais y Lottin, Plantamour y Mar-tins, si bien no lo están en la ley del crecimiento, porque ne-cesariamente ha de cambiar con las condiciones del suelo y de la admósfera en cada lugar (1).

En efecto, M. Marcet dedujo de las observaciones, que en 1837 hizo en Génova sobre un prado con un mastil de 37'027 metros, en que tenia colocados de 10 en 10 metros varios ter-mómetros (cuyos depósitos estaban envueltos en algodón para que no se enfriaran rápidamente en el descenso) las consecuen-cias siguientes:

1.º «El crecimiento de la temperatura con la altura (2) es tanto mas considerable cuanto mas despejada y tranquila esté la admósfera y menos vapor de agua contenga; en el verano es de 2 á 3º y rara vez mas.

2.º »Hay siempre crecimiento de temperatura, aunque muy débil en verdad, salvo el caso en que el viento es violento.

»Cuando está cubierto el cielo, sucede algunas veces que la temperatura de las diferentes capas de la admósfera es la mis-ma algunas horas despues de puesto el sol.

3.º »Cuando está despejada y tranquila, el crecimiento empieza á hacerse notar media ó una hora antes de la puesta del sol; si está cubierto el cielo, no se hace sensible hasta el momento del ocaso; en él tiene lugar el máximum de creci-

---

cuando se conoce el modo de obrar de cada *variable*, es preferible el mé-todo analítico al sintético, si bien ambos deben ayudarse en el descubri-miento de la verdad y justificación de las consecuencias que se deducen, pues de otro modo el mas hábil observador puede verse conducido á consecuencias erróneas, como veremos luego le ha sucedido al ilustre M. Becquerel al querer deducir la marcha de la temperatura del aire con la altura de las observaciones termo-electricas por él practicas en el Jardín de plantas de París en condiciones inadmisibles.

(1) Becquerel.—Memorias citadas de 1863. . . pág. 105 y siguientes.

(2) Se refiere á lo que sucede por la noche.

miento en el primer caso; el límite del crecimiento pasa de 36 metros, ordinariamente está comprendido entre 30 y 35.

4.º »En invierno el crecimiento es mucho mas considerable que en las otras estaciones; sucede algunas veces que cuando la tierra está cubierta de nieve, la diferencia es de 8º para una altura de 17 metros; cuando no la hay es menor, pero mayor que la hallada en verano y otoño; en invierno cuando el cielo está cubierto, la diferencia en la temperatura de las capas sucesivas de la admósfera, así como de las muy próximas á la tierra, es muy pequeña, aun cuando haya nieve; de los 16 metros arriba los efectos son contrarios (1).»

En los inviernos de 1838 y 1839 M. M. Bravais y Lottin encontraron en Bossekop (Laponia) que la temperatura aumentaba por la noche con la altura siendo la mayor diferencia hasta 50 metros de 0,12 por metro (2).

M. Martins, de Montpeller, hizo análogas investigaciones desde 1859 á 1861 valiéndose de 6 termómetros de máxima y mínima colocados desde 5 centímetros de altura sobre el suelo hasta 49,4 metros, deduciendo de sus observaciones, que el crecimiento de la temperatura ha sido de 1º por cada 13,9 y 13,6 metros de altura en invierno y primavera y por cada 11,1 metros en verano y otoño (3).

Este crecimiento, segun el mismo, era muy rápido en la proximidad del suelo y disminuía alejándose de él, y así en efecto debia suceder en virtud de la mala conductibilidad del aire y gran poder emisivo del suelo.

Todos estos meteorologistas han deducido tambien directa ó indirectamente de sus observaciones que durante el dia la temperatura del aire sigue una marcha inversa, es decir, que decrece con la altura encontrándose la máxima diferencia poco despues de medio dia.

---

(1) Becquerel. — Memoria citada de 1863. . . . . pág. 107.  
(2) Id. . . . . id. . . . . pág. 107 y 108.  
(3) Id. . . . . id. . . . . id. 110 y 111.

El ilustre M. Becquerel reconociendo por cierto lo primero niega lo segundo como regla general (1), pues que de sus observaciones termo-eléctricas hechas en el Jardin de plantas de París, así lo deduce, atribuyendo aquella *equivocada opinion, segun él*, á que todos los observadores han empleado termómetros ordinarios ó de máxima y mínima, cuyos depósitos no estaban cubiertos de capas metálicas de superficie pulimentada, resultando los errores consiguientes á los poderes absorbente y emisorio del vidrio, cuando estaban expuestos á la radiacion solar y celeste, y de aquí temperaturas mas bajas ó mas elevadas que las del aire ambiente (2).

Como esta opinion es contraria á la que hemos emitido, nos vemos precisados á examinar los datos, en que el ilustre M. Becquerel funda la suya, si bien lo hacemos con la desconfianza que es consiguiente á quien conoce su incompetencia y escasísimas dotes para poner en claro cuestion tan delicada y deshacer los errores involuntarios, que, en nuestro concepto, han motivado la equivocada opinion de fisico tan ilustrado (3).

M. Becquerel ha hecho sus observaciones en el Jardin de plantas de París con cuatro termómetros de la clase y en las condiciones siguientes:

---

(1) Memoria citada de 1863. . . . . pág. 112 y 119.

(2) Id. id. . . . . id. 135.

(3) Siendo este altamente respetable por sus poco comunes conocimientos y trabajos científicos y muy simpático á todos los forestales por los que hace tanto tiempo con plausible perseverancia ha practicado para demostrar la benéfica influencia de los montes, en cuyos libros y memorias además hemos encontrado muchos de los materiales con que llevamos á cabo la primera parte de *estos estudios*, comprenderán fácilmente nuestros lectores con cuan grande sentimiento habremos escrito la refutación de algunas de sus opiniones y, á nuestro entender, equivocados conceptos; pero no por eso retrocederemos en tan enojosa tarea, porque todo lo debemos al descubrimiento de la verdad científica, que será la salvacion de los montes y en su defensa no omitiremos ningun género de sacrificios, por mas que muchas veces nos sean en demasía dolorosos, siguiendo el conocido principio, *Amicus Plato sed magis amica veritas*.

1.º Uno ordinario puesto al *norte* en una ventana á 1'33 metros del suelo (1).

2.º Otro de la misma clase expuesto al *sur* y sin abrigo de los rayos solares á la misma altura (2).

3.º Otro eléctrico abrigado de la radiacion solar y nocturna por un triple reflector de hierro blanco pulimentado á 16 metros sobre el suelo y 6 metros *sobre el gran anfiteatro* (3), y

4.º Otro de la misma clase que el anterior, igualmente abrigado de la radiacion solar y celeste á 21'25 metros sobre el suelo (4) y en contacto la soldadura superior con las hojas de un *castaño de indias* abrigado de los vientos del norte por un edificio (5).

En los estados de las temperaturas observadas, M. Becquerel designa respectivamente las que corresponden á cada uno con las iniciales N, m, A y M, de que haremos uso sin mas que poner S en lugar de la segunda para evitar equivocaciones.

Fácilmente se comprenderá que las diferentes condiciones en clase y situacion de estos termómetros no permitiria la comparacion en sus resultados para deducir la marcha, que la temperatura del aire sigue con la altura y la influencia, que en

(1) Memoria citada de 1863. . . . . pág. 136.

En otras páginas de la misma memoria se dice que está solo á 1 metro de altura, pero suponemos que esto sea error de imprenta.

(2) Memoria citada de 1863. . . . . pág. 136 y 148.

(3) Id. id. . . . . id. 136 y otras.

(4) Id. id. . . . . id. id. id.

Id. de 1863. . . . . id. 89 y 97.

(5) Id. id. . . . . id. 92.

En la última página citada al hablar de la temperatura del tronco de un *castaño de indias* para compararla con la del *aire al norte* expresa esta circunstancia y lo consignamos por creer que es el mismo árbol, en que tiene el termómetro eléctrico á 21'25 metros: si así no fuera, nuestros razonamientos no tendrían toda la validez que les suponemos, pero creemos serian suficientes para justificar nuestra opinion. Sensible es que el ilustre M. Becquerel no haya puesto mas cuidado en describir minuciosamente los lugares de observacion, como es necesario en tales casos.

En estas memorias, sin duda por errores de imprenta, no se supone siempre el último termómetro á la misma altura: véanse páginas 118, 133, 136, 143, 145 de la de 1863 y 89 y 97 de la 1865.

ella tengan los árboles, sin dar lugar á equivocados conceptos, ya que los valores de N no participarán como los de S de la *radiacion solar directa*, ni de la influencia de un suelo por ella caldeado, ni de las corrientes de aire meridionales, como los de A que lo estaban sí por un suelo distante 6 metros de diferentes condiciones que el de S y probablemente no abrigado de los vientos del norte y finalmente como los de M, que, aunque á mayor distancia del suelo que S y A, estaba como el 1.º abrigado de los vientos del norte y sujeto, entre otras, á la influencia de la reberberacion de los rayos solares en el edificio que le abrigaba, no tan influido por la radiacion del suelo y sí por la exhalacion acuosa y descarbonacion del aire por las hojas del castaño: de manera que comparando los valores de A y M con los de N para deducir la *marcha de la temperatura del aire con la altura de dia y de noche y la influencia en ella de los árboles*, como lo ha hecho el ilustre M. Becquerel, se puede estar seguro de obtener resultados erróneos.

Sensible es por lo mismo que físico tan ilustre tuviera la infeliz ocurrencia de utilizar semejantes datos, pues ello le ha conducido á deducir consecuencias inadmisibles en los dos importantes puntos referidos, como luego veremos y á que, á pesar de su reconocida competencia, aparezca en sus interesantes memorias vacilante y contradiciéndose; esto, á nuestro entender es hijo de la lucha entre los resultados de las investigaciones analíticas y sintéticas y de la preocupacion que las últimas han producido en su mente esclarecida por darlas mayor validez que á las primeras sin tener bastante en cuenta las condiciones de los lugares de observacion.

Nuestra pequeñez nos obliga á justificar desde luego esta atrevida opinion en cuanto al asunto de que ahora tratamos se refiere, así como lo haremos mas adelante de otros puntos importantes que en nuestro concepto la justificarán mas y mas: de no hacerlo así, aunque con ello interrumpamos la marcha ordenada en la exposicion de la materia, es seguro que se nos calificaría de una manera que procuramos no merecer nunca,

En efecto, dice en la pág. 118 de sus citadas memorias de 1863: «El termómetro eléctrico puesto á 21 m. hallándose en contacto con la cúspide de un castaño de indias, *participa necesariamente de las variaciones de temperatura del árbol, que posee un gran poder emisor y absorbente sobre todo cuando está cubierto de hojas. Esta condicion no cambia sin embargo sensiblemente la ley del crecimiento medio de la temperatura del aire, desde 1 33 metros hasta 21 m. pues que es la misma que la hallada hasta 46 m.*» (1)

En la pág. 136 se espresa así: «El gran caldeamiento de M. es debido probablemente *al de las hojas del castaño de indias bajo la influencia de la radiacion solar; se vé por esto que la inversion en el dia depende únicamente de los instrumentos y de la radiacion de los objetos próximos.*» (2)

En la pág. 89 de su memoria de 1865 sobre la influencia climatérica de los montes dice:

«Las experiencias que hemos hecho con el termómetro eléctrico, ponen bien en evidencia esta propiedad notable; *que la temperatura del aire crece desde f'55 m. sobre el suelo hasta 2f'25 m. en el vértice de un castaño de indias y probablemente desde él hasta cierta altura, cuyo límite ha fijado M. Martins y otros meteorologistas, pues la periferia hojosa de los árboles debe obrar como el suelo cubierto de bajos vegetales, en razon de su gran poder absorbente y emisor.* Las diferencias medias entre las temperaturas de las dos estaciones han sido establecidas en el Jardin de Plantas, durante muchos años:

---

(1) En el estado número 5.º de los que luego insertarémos se observa que si bien los valores M, A y A—N tienen el mismo signo, ni son iguales ni proporcionales á la altura de M y A y por lo mismo no se justifica la ley en todas sus partes como pudiera creerse.

(2) Mas adelante demostraremos que efecto de estas causas y muy especialmente la última, aunque no con relacion al castaño sino al suelo y paredes del edificio que le abrigan, es el mayor caldeamiento de M y A que el de N.

De 1'33 m. á 16 metros de 0°,420 ;

De 16 metros á 21'25 m. de 0°,580. (1)

«Véase bien la influencia ejercida por los vegetales bajos y la periferia de los árboles sobre la temperatura del aire ambiente por efecto de la radiacion calorífica (2).»

En la pág. 97 de la misma memoria dice:

«Despues de haber mostrado las relaciones que existen entre la temperatura del aire y sus variaciones y las de los vegetales, tenemos que hacerlo de *cual es la temperatura por encima de los árboles de primera magnitud, tal como un castaño de indias de 21'25 m. de altura, en cuya cúspide está puesta una de las soldaduras de un termómetro eléctrico en contacto con las hojas; observaciones numerosas han demostrado que la temperatura del aire por encima del castaño de indias depende principalmente del estado calorífico de las hojas y del de las ramas, las cuales calientan ó enfrian mas ó menos el aire ambiente, segun que han sido expuestas mas ó menos tiempo á la radiacion solar ó á la radiacion nocturna.*»

Y finalmente en la página 9 de su memoria sobre la lluvia presentada á la Academia de ciencias en 1867 dice: «Se vé por esto que la temperatura media del aire vá aumentando al menos hasta 21 m. por encima del suelo; *pero á esta altura es preciso tener en cuenta la influencia ejercida por la temperatura de las hojas sobre la del aire.*»

Si á esto se añade que parece algunas veces confundir la influencia de la temperatura del aire en la vegetacion con la

---

(1) En el estado n.º 3.º que luego insertaremos resultan valores distintos, como puede verse.

(2) ¿Por qué no ha de ser la que corresponde á la de las paredes del edificio y al abrigo de los vientos del norte relativamente á M. y á la de un suelo que está á 6 y no á 16 metros en el de A, ya que el pavimento superior del gran anfiteatro es lo que hace de tal, circunstancias que han de aumentar mas las temperaturas primeras que las segundas y mas estas que las de N. que no recibe tales influencias sino de una manera indirecta y atrasada y nunca en el grado de importancia que los anteriores?

que resulta sobre ella de la radiacion solar directamente, creemos no puede ponerse en duda lo que dejamos consignado acerca de la preocupacion de tan ilustrado fisico; en efecto, si el caldeoamiento de M es debido *principalmente* al de las hojas por la radiacion solar directa ó si estas por lo menos tienen influencia importante en ello, no puede lógicamente deducirse de tales datos la ley del crecimiento de la temperatura del aire con la altura, ni tampoco que la admósfera sea el manantial en que los árboles toman el calor que necesitan, como dice en la pág. 95 de su memoria de 1865, ya que son ellos los que la dan la temperatura principalmente, ni que los efectos de la radiacion solar sobre los árboles sea diferente, segun que estén cerca ó lejos de objetos que absorban ó irradien el calor, como dice en la pág. 90, pues que tienen, segun él, esta propiedad en tan alto grado.

Volviendo, pues, á nuestra interrumpida exposicion y dejando para el artículo siguiente la refutacion de su teoría sobre la influencia de los árboles en la temperatura del aire, pasaremos á examinar y discutir brevemente los resultados obtenidos de las observaciones termo-eléctricas hechas en el lugar y con los termómetros antes mencionados.

Para hacerlo mas fácilmente y para que nuestros lectores puedan apreciar por sí los datos, que dicho señor inserta en sus citadas memorias de 1863, juzgamos necesario reasumirlos en cinco estados agrupándolos de la manera que mejor patenticen los resultados medios obtenidos y sirvan de base á la brevísima discusion, que por ahora de ellos haremos, y á la mas lata y diferentes combinaciones que algunos de nuestros lectores tal vez quieran hacer, á cuyos efectos á continuacion los insertamos, no sin advertir antes que á costa de mucho trabajo los hemos comprobado repetidas veces y corregido algunos errores de imprenta y redaccion, que en los de dicha memoria constan, sintiendo no haber podido hacer que desaparecieran todos los que sospechamos en ella existen por no tener á la vista los originales.

ESTADO N.º 1.º

Temperaturas medias mensuales á las 9 de la mañana deducidas de las observaciones termo-eléctricas hechas por M. Becquerel en el Jardin de plantas de París desde Mayo de 1860 al mismo mes de 1862.

MESES.	N.	S.	$\frac{N+S}{2}$	A.	M.	$\frac{A-M}{2}$	ESTADO DEL CIELO.						
							8.ª	9.ª	10.	11.	12.	13.	14.
4.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª	6.ª	7.ª	8.ª	9.ª	10.	11.	12.	13.	14.
1860.	»	»	»	»	»	»	Sol.	Claro.	Cu- bierto	Anu- bar- rado.	Nie- bla.	Lluvia	Nieve
Mayo. . . . .	12,52	15,97	14,24	15,03	15,71	0,79	»	»	»	»	»	»	»
Junio. . . . .	17,80	20,80	19,30	17,30	17,30	-2,00	10	1	14	1	»	1	»
Julio. . . . .	18,00	22,24	20,12	18,00	17,70	-2,12	11	3	10	3	»	3	»
Agosto. . . . .	17,17	22,03	19,60	17,30	17,00	-2,30	14	»	11	»	»	6	»
Setiembre. . . . .	15,70	20,90	18,30	16,00	16,00	-2,30	19	»	7	»	»	4	»
Octubre. . . . .	12,55	15,80	14,17	13,00	13,16	-1,17	15	1	12	»	»	3	»
Noviembre. . . . .	5,00	7,94	6,47	5,79	5,81	-0,68	12	4	7	»	»	3	»
Diciembre. . . . .	3,14	4,36	3,75	3,47	3,14	-0,28	2	3	20	»	»	3	3
<i>Medias. . .</i>	12,735	16,255	14,494	13,236	13,227	-1,258	12	1,7	11,6	0,6	0,3	3,3	0,4

<b>1861.</b>																			
Enero..	1° 60	2° 50	2° 05	1° 06	1° 05	0° 99	8	1	20	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Febrero..	4,74	5,69	5,21	5,30	5,50	0,09	6	1	9	5	6	8	6	8	6	8	6	8	6
Marzo..	8,09	11,88	9,98	8,68	8,76	-1,30	12	»	6	10	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Abril..	9,75	16,40	13,07	10,92	11,24	-2,15	18	»	2	8	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mayo..	14,07	19,03	16,55	15,44	16,00	-1,11	10	»	11	8	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Junio..	19,40	24,54	21,97	20,85	21,93	-1,12	10	»	9	9	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Julio..	15,80	22,40	19,10	19,80	20,00	0,70	5	»	10	11	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Agosto..	20,73	28,17	24,45	22,52	23,10	-1,93	16	»	4	11	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Setiembre..	15,93	21,89	18,91	17,91	18,32	-1,00	8	»	7	14	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Octubre..	12,43	14,66	13,54	13,45	13,80	-0,09	6	»	8	13	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Noviembre..	5,82	6,49	6,15	6,61	6,68	0,46	6	»	16	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Diciembre..	2,90	3,20	3,05	3,37	3,54	0,32	13	»	13	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
<i>Medias.</i>	10,671	14,321	12,496	11,982	12,318	-0,514	9,8	0,2	9,6	7,5	0,6	2,7	»	»	»	»	»	»	»
<b>1862.</b>																			
Enero..	2° 38	2° 60	2° 49	2° 70	2° 80	0° 21	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Febrero..	4,00	5,70	4,85	4,64	4,80	-0,21	8	»	15	5	3	4	»	»	»	»	»	»	»
Marzo..	8,40	12,00	10,20	9,10	9,29	-1,10	9	»	10	4	5	1	»	»	»	»	»	»	»
Abril..	12,30	15,89	14,09	12,97	13,33	-1,12	»	»	12	6	»	»	»	»	»	»	»	»	»
<i>Medias.</i>	6,770	9,047	7,907	7,352	7,555	-0,555	7	»	12	5	2,7	2,7	»	»	»	»	»	»	0,3

NOTA.—Todas las temperaturas que no tienen signo alguno son positivas.

ESTADO N.º 2.º

Temperaturas medias mensuales á las 3 de la tarde deducidas de las observaciones termo-eléctricas hechas por M. Becquerel en el Jardín de plantas de París desde Mayo de 1860 al mismo mes de 1862.

MESES.	N.	S.	$\frac{N+S}{2}$	A.	M.	$\frac{A}{N+S}$	ESTADO DEL CIELO.						
							8.º	9.º	10.	11.	12.	13.	14.
4.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	Sol.	Claro.	Cubierto.	Anubarrado.	Niebla.	Lluvia	Nieve
1860.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mayo . . . . .	14,64	20,08	17,36	19,21	20,43	1,85	»	»	»	»	»	»	»
Junio . . . . .	19,77	23,21	21,49	19,63	20,00	-1,86	9	6	9	2	»	1	»
Julio . . . . .	20,70	25,40	23,05	21,00	21,40	-2,05	14	1	6	3	1	6	»
Agosto . . . . .	19,54	22,43	20,98	19,80	20,20	-1,18	15	1	8	»	»	7	»
Setiembre . . . . .	17,56	21,90	19,73	18,75	19,12	-0,98	15	»	7	»	»	8	»
Octubre . . . . .	13,47	15,70	14,58	15,33	15,30	0,75	13	»	10	»	2	6	»
Noviembre . . . . .	7,46	8,30	7,88	9,00	9,44	1,12	9	»	15	2	1	1	»
Diciembre . . . . .	4,50	4,70	4,60	4,40	5,14	-0,20	»	2	19	2	»	4	4
<i>Medias.</i> . . . . .	14,705	17,715	16,210	15,890	16,378	-0,320	10,7	1,4	10,6	1,3	0,6	4,7	0,6



**ESTADO N.º 3.**

Temperaturas medias mensuales á las 9 de la noche deducidas de las observaciones termo-eléctricas hechas por M. Becquerel en el Jardin de plantas de París desde Mayo de 1860 al mismo mes de 1862.

MESES.	N.	S.	$\frac{N+S}{2}$	A.	M.	$\frac{N+S}{2}$	ESTADO DEL CIELO.						
							7. <sup>a</sup>	8. <sup>a</sup>	9. <sup>a</sup>	40.	44.	42.	43.
4. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	4. <sup>a</sup>	5. <sup>a</sup>	6. <sup>a</sup>	7. <sup>a</sup>	8. <sup>a</sup>	9. <sup>a</sup>	40.	44.	42.	43.	44.
1860.	»	»	»	»	»	»	Sol.	»	»	»	»	»	»
Mayo. . . . .	14,65	14,90	14,77	14,80	15,44	0,03	»	»	»	»	»	»	»
Junio. . . . .	15,00	15,25	15,12	15,56	15,70	0,44	»	11	9	2	»	3	»
Julio. . . . .	16,00	16,42	16,21	16,40	16,20	0,19	»	14	12	»	»	5	»
Agosto. . . . .	15,32	15,06	15,19	15,80	16,00	0,61	»	15	14	»	»	2	»
Setiembre. . . . .	13,63	13,87	13,75	13,70	13,83	-0,05	»	17	10	»	»	3	»
Octubre. . . . .	10,60	10,96	10,78	10,94	11,06	0,16	»	14	11	»	»	6	»
Noviembre. . . . .	5,00	4,55	4,77	5,66	5,94	0,89	»	16	8	2	»	2	»
Diciembre. . . . .	3,60	4,20	3,90	3,56	3,70	-0,34	»	7	17	»	»	4	3
<i>Medias.</i> . . . .	11,725	11,901	11,813	12,052	12,234	0,239	»	13,4	11,6	0,6	»	3,6	0,4



ESTADO N.º 4.

Temperaturas medias mensuales diurnas deducidas de las observaciones termo-eléctricas hechas por M. Becquerel en el Jardín de plantas de París desde Mayo de 1860 al mismo mes de 1862.

MESES.	N.	S.	$\frac{N+S}{2}$	A.	M.	$A - \frac{N+S}{2}$	ESTADO DEL CIELO.						
							8.ª	9.ª	10.	11.	12.	13.	14.
4.º	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª	6.ª	7.ª	Sol.	Claro.	Cu- bierto	Anu- bar- rado.	Nie- bla.	Lluvia	Nieve
1860.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mayo. . . . .	13,936	16,983	15,456	16,346	17,193	0,890	»	»	»	»	»	»	»
Junio. . . . .	17,516	19,753	18,636	17,496	17,666	-1,140	6,3	6	10,1	1,6	»	1,6	»
Julio. . . . .	18,233	21,353	19,793	18,466	18,633	-1,326	8,3	6	9,3	2	0,3	4,6	»
Agosto. . . . .	17,343	19,840	18,590	17,633	17,733	-0,956	9,6	5,3	11	»	»	5	»
Setiembre. . . . .	15,630	18,890	17,260	16,150	16,316	-1,110	11,3	5,6	8	»	»	5	»
Octubre. . . . .	12,206	14,153	13,176	13,090	13,173	-0,086	9,3	5	11	»	0,6	5	»
Noviembre. . . . .	5,820	6,930	6,373	6,816	7,063	0,443	7	6,6	10	1,3	1	2	»
Diciembre. . . . .	3,743	4,420	4,083	3,810	3,993	-0,273	0,6	4	18,6	0,6	»	3,6	3,3
<i>Medias.</i> . . . .	13,053	15,290	14,171	13,726	13,946	-0,445	7,50	5,50	11,15	0,80	0,27	3,85	0,47

<b>1861.</b>														
Enero..	-0,710	-0,933	-0,823	-0,143	0,026	0,680	5,3	4	19	»	»	1,3	»	»
Febrero..	6,213	6,796	6,503	6,673	6,933	0,170	6,3	4	8,6	»	»	2	»	3,6
Marzo..	9,160	12,013	10,583	9,763	9,920	-0,820	9	6	4,6	»	»	»	»	»
Abril..	11,203	15,786	13,493	12,180	12,576	-1,313	13,3	7,6	3,6	»	»	»	»	0,6
Mayo..	15,243	19,183	17,213	15,923	16,560	-1,290	6,3	5,3	11	»	»	»	»	2
Junio..	19,906	23,490	21,696	20,813	21,673	-0,883	6,3	»	5,6	»	»	»	»	1,6
Julio..	18,400	22,233	20,316	20,400	20,613	0,083	4,6	5,6	8,6	»	»	»	»	4,6
Agosto..	21,940	26,990	24,463	22,993	23,546	-1,470	11,6	7,6	3,6	»	»	»	»	»
Setiembre..	17,110	20,876	18,990	18,480	18,903	-0,510	5,6	5,3	7,6	»	»	0,3	»	»
Octubre..	13,716	16,073	14,890	14,730	15,196	-0,160	7,6	6,6	5,6	»	»	1,6	»	1,3
Noviembre..	6,823	7,350	7,083	7,706	7,933	0,623	3,3	5	13,6	»	»	4,3	»	3,6
Diciembre..	3,943	4,200	4,070	4,523	4,730	0,453	7,6	7	9	»	»	0,6	»	2
<i>Medias.</i>	11,896	14,505	13,206	12,837	13,217	-0,371	7,45	5,45	7,65	5,82	0,50	2,48	»	»
<b>1862.</b>														
Enero..	3,423	3,583	3,500	3,740	3,853	0,240	2	»	»	»	»	»	»	»
Febrero..	5,503	6,636	6,070	5,913	6,146	-0,156	4,3	»	14,3	»	»	1,6	»	4,3
Marzo..	10,010	12,243	11,126	10,453	10,646	-0,673	3,6	»	9,3	»	»	2,3	»	1,3
Abril..	13,393	16,180	14,786	13,893	14,236	-0,893	»	»	10	»	»	»	»	4,6
<i>Medias.</i>	8,082	9,660	8,870	8,500	8,720	-0,371	3,30	3,30	11,20	6,55	1,30	3,40	0,30	»

ESTADO N.º 5.º

**Diferencias medias en la temperatura del aire á distintas alturas y horas del dia deducidas de las observaciones termo-eléctricas hechas por M. Becquerel en el Jardin de plantas de Paris desde Mayo de 1860 al mismo mes de 1862.**

1. <sup>a</sup> TIEMPO DE LAS OBSERVACIONES.	2. <sup>a</sup> M-A.	3. <sup>a</sup> M-S.	4. <sup>a</sup> M-N.	5. <sup>a</sup> M- $\frac{N+S}{2}$	6. <sup>a</sup> A-S.	7. <sup>a</sup> A-N.	8. <sup>a</sup> A- $\frac{N+S}{2}$	9. <sup>a</sup> S-N.
A las 9 de la mañana..	-0,009	-3,028	0,492	-1,267	-3,019	0,501	-1,258	3,520
(Estado n.º 1.º)	0,336	-2,003	1,647	-0,178	-2,339	1,311	-0,514	3,650
	0,203	-1,492	0,785	-0,352	-1,695	0,582	-0,555	2,277
<i>Medias.</i>	0,177	-2,174	0,975	-0,599	-2,351	0,798	-0,776	3,149
A las 3 de la tarde..	0,488	-1,337	1,673	0,168	-1,825	1,185	-0,320	3,010
(Estado n.º 2.º)	0,616	-2,135	1,661	-0,237	-2,751	1,045	-0,853	3,796
	0,368	-1,412	0,991	-0,210	-1,780	0,623	-0,578	2,403
<i>Medias.</i>	0,491	-1,628	1,442	-0,205	-2,119	0,951	-0,584	3,070
A las 9 de la noche..	0,182	0,333	0,509	0,421	0,151	0,327	0,239	0,176
(Estado n.º 3.º)	0,191	0,276	0,608	0,442	0,085	0,417	0,251	0,332
	0,090	0,085	0,140	0,113	-0,005	0,050	0,025	0,055
<i>Medias.</i>	0,154	0,231	0,419	0,325	0,077	0,265	0,171	0,188
Medias diurnas..	0,220	-1,344	0,893	-0,291	-1,564	0,673	-0,445	2,237
(Estado n.º 4.º)	0,380	-1,288	1,321	0,011	-1,668	0,941	-0,369	2,609
	0,220	-0,940	0,638	-0,150	-1,160	0,418	-0,371	1,578
<i>Medias generales.</i>	0,274	-1,190	0,950	-0,143	-1,467	0,677	-0,395	2,141

No creyendo comparables, por lo antes dicho, los valores de M, A y N, pocas palabras dedicaremos al exámen de sus diferencias M-A y A-N, que en el estado n.º 3.º constan para los diversos años y horas de observacion.

El signo positivo, que para ellos resulta generalmente, parece á primera vista justificar la opinion de M. Becquerel; pero si se atiende á la influencia, que en la temperatura del aire tiene la radiacion calorífica del suelo en A, la de aquel y las próximas paredes en M y no en N, al aumento de la temperatura del aire en M por estar abrigado de los vientos del norte, las modificaciones que en las de A han de producir estos y los del Sur y el descenso consiguiente á las temperaturas de N por estar expuesto á los primeros y no á los segundos, cuando no solo se mira al signo sino tambien á la *entidad de estas diferencias*, parece natural deducir, que se obtienen *no por sino apesar* de la altura y de la influencia propia del árbol, ya que la importancia de la que tiene la situacion de los instrumentos por su exposicion está bastante indicada por las diferencias S-N, que en dicho estado aparecen mucho mas considerables que aquellas especialmente de dia y que siempre lo serán, aunque se rebaje la parte correspondiente al poder absorbente del vidrio y demás sustancias de que el termómetro se compone (1).

---

(1) Sensible es que M. Becquerel no haya hecho las observaciones de S con un termómetro de las condiciones del M y mucho mas que no haya colocado varios de esta clase en una misma vertical apartados de cuerpos de edificio y otros objetos semejantes para evitar las causas de error indicadas, como no dudamos lo hará en breve para salir de dudas: aunque no desconocemos que el mástil de que se valió M. Marcet pudo influir algo en las temperaturas por él observadas, las conceptuamos mas exactas que las de M. Becquerel por no estar influidas por tantas causas estrañas; con los termómetros eléctricos suspendidos entre dos mástiles á diferentes alturas podrian tal vez obtenerse preciosos resultados si se tuviera cuidado de colocar una estacion sobre cada tipo de tierras sin vegetacion y otras sobre prados, campos y montes de diferentes especies, métodos de beneficio y edades: el asunto es de bastante importancia para que los gobiernos á escitacion de las Academias de ciencias inviertan en esto algunas cantidades, que no serian considerables, ni esterilmente gastadas.

Al ver que M. Becquerel compara los valores de M y A á los de N para deducir la marcha, que la temperatura del aire sigue con la altura, podría creerse que tan ilustre físico considera representada la de aquel á 1'33 m. por la media de los valores de N; pero no es así y en una de sus memorias de 1863 precisamente trata de demostrar lo contrario expresándose en la pág. 170 en los términos siguientes:

«La influencia directa del sol parece manifiesta para elevar la temperatura del aire (1); de esto se deduce que es muy difícil admitir *que la temperatura del aire observada al norte, como se hace de ordinario, represente exactamente la temperatura del ambiente, que resulta de la mezcla de todas las capas que no tienen la misma temperatura* (2).

»La radiacion terrestre, segun que el suelo es calentado por la accion solar ó enfriado por la radiacion celeste, *ejerce sin duda alguna una grande influencia sobre la temperatura del aire hasta cierta altura*, influencia que depende de la naturaleza del suelo y de la de los cuerpos que le cubren, la que se

---

(1) Esto lo deduce al considerar que á  $A-N=0^{\circ},61$  sin tener presente que, como vá enseguida á decir, N no representa la verdadera temperatura del aire á 1'33 m. y por consiguiente que aquella consecuencia no es lógica ni procedente.

(2) Por esta razon no deben tomarse los valores de N para compararlos con los de M y A. M. Daguin en su obra citada (pág 107) indica los errores de que están afectas las temperaturas observadas para determinar la media de cada lugar; esplica los medios de que en diferentes observatorios se han valido para evitar los efectos de la radiacion y reverberacion del suelo y cuerpos próximos á los aparatos y dice que en el de Lóndres se han comparado termómetros dotados de poderes radiantes distintos, unos cubiertos de negro de humo, otros plateados ó de superficie vítrea y que: «Es evidente que si estos instrumentos están acordes, es porque no son influidos por la radiacion de los cuerpos, que los rodean y dan exactamente la temperatura del aire» sin duda característico de un lugar; pero no es así; lo que darán indudablemente es la temperatura del en que se encuentran, pero no el libre de los efectos de la exposicion, en que se hallan los termómetros colocados; estas temperaturas no servirán, por lo tanto, para determinar las características del lugar de observacion, no obstante de su concordancia, como es fácil deducir de nuestras consideraciones.

ha despreciado hasta ahora en las observaciones de temperatura (1). Es necesario además, lo repito, tener en cuenta la acción directa del sol sobre el aire, aunque éste posea un débil poder absorbente, que aumenta siempre con su densidad al aproximarse al suelo (2).»

Dicho se está que no representando N la temperatura del aire á 1'33 m. del suelo, no deberá compararse con sus valores los de M y A: tal vez no sería tan erróneo hacerlo con los de S, especialmente los de M (porque ambos se encontraban en condiciones análogas, si bien el termómetro S está influido por la radiación solar directa) para determinar la marcha de la temperatura del aire con la altura y la influencia en ella del *castaño de indias* M; pero mas prudente creemos hacerlo con  $\frac{N+S}{2}$ , que tal vez no se separa mucho de los valores verdaderos en opinion de algunos meteorologistas, para evitar que se tachen de exagerados nuestros razonamientos.

Como los valores  $M - \frac{N+S}{2}$  darán á conocer la influencia del árbol en la temperatura del aire, los dejamos para el art. IV y ahora solo consignamos en los cuatro estados antes insertos los de  $A - \frac{N+S}{2}$ , si bien en el 5.º ponemos el resumen de los anteriores y todos los valores análogos para tener reunidas la série de diferencias.

¿Hemos tambien incurrido en error al hacer uso de  $\frac{N+S}{2}$  á falta de observaciones irreprochables á 1'33 m.? Tal vez sí en concepto de algunos; nosotros hubiéramos preferido tambien otras indubitadas, pero en su defecto con aquel medio creemos satisfacer por de pronto á la necesidad de un tipo exacto de

---

(1) No se comprende como el ilustre M. Becquerel hace esta justísima crítica é incurre al mismo tiempo en su anatema: solo nos damos razon de esta y otras contradicciones por una preocupacion sensible en tan ilustre pensador.

(2) No creemos necesario admitir este supuesto para justificar los hechos si la temperatura se observa como antes de ahora hemos propuesto para determinar la marcha que sigue con la altura, sin que por esto neguemos en absoluto que puede en parte ser cierta la sospecha de M. Becquerel.

comparacion; si nos equivocamos pronto, estamos á rectificar cuando se nos presenten observaciones directas indubitadas ó razones en contra convincentes; entre tanto los admitimos al solo objeto de obtener con ellos, no la entidad de las diferencias, sino el signo que deben tener.

De los mencionados estados se deduce, que siendo negativas á las 9 de la mañana y á las 3 de la tarde las diferencias  $M - \frac{N+S}{2}$  y  $A - \frac{N+S}{2}$  en los dos años completos de observacion y positivas á las 9 de la noche, la temperatura del aire *decrece de dia y aumenta de noche con la altura*, y como las medias diurnas resultan negativas, es indudable que las diferencias en las dos primeras horas son mayores que en la 3.<sup>a</sup> y esto así debe suceder para que aumentando estas durante la noche resulten próximamente anuladas todas á la madrugada en la *hora crítica matutina*, y la temperatura del ambiente en ella igual ó poco diferente de la del dia anterior.

Con esta sencilla exposicion de los resultados queda comprobada nuestra opinion y rebatida la de M. Becquerel, que á priori puede y debe juzgarse *imposible*, porque, como ya hemos dicho antes, si la temperatura del aire crece con la altura lo mismo de dia que de noche ¿cómo puede llegar un momento en que sea igual en todas?

Para justificar este hecho el ilustre fisico supone (1) que las diferencias  $M-A$  aumentan desde las 9 de la mañana hasta las 3 de la tarde y disminuyen hasta las 6 de la mañana siguiente, en que  $M=A$  y próximamente tambien á  $N$ , despues de cuya hora vuelve á dominar  $M$ ; dice tambien que « $A-N$  disminuye desde las 9 de la mañana hasta las 6 de la siguiente, que es la hora crítica;» lo primero se concibe, no porque tal suceda en las capas de aire superiores, ya que esto sería lo mismo que suponer que el aire tenia mayor poder emisivo que el suelo ó por lo menos que la influencia de éste se ejercia mas enérgicamente á mayor que á menor distancia, sino porque el ter-

---

(1) Memorias citadas de 1863. . . . . pág. 133 y 134.

mómetro M está influido por la acción frigorífica consiguiente á la radiación celeste sobre el castaño de indias; pero lo que no se puede explicar, es lo último, ya que la radiación solar sobre el suelo de A, solo distante del termómetro 6 metros, y el consiguiente caldeamiento de las capas de aire suprayacente debe obrar con intensidad creciente hasta la 1 ó las 2 de la tarde y si bien los valores de N han de aumentar también por la mezcla de las diferentes capas, no puede hacerlo de una manera tan notable y rápida por los impedimentos, que las corrientes encuentran en los edificios, que le dan tal exposición; esta deducción analítica está justificada con los resultados mismos de las observaciones de M. Becquerel, según aparece en el estado n.º 5.º de los antes insertos; pues dá á las 9 de la mañana para la media de A-N durante los dos años de observación 0'798 y á las 3 de la tarde 0'951, como no podía menos de suceder.

El ilustre é incansable físico mencionado inserta entre las memorias publicadas por la Academia en 1863 (1) una especialmente destinada á justificar la existencia de la *hora crítica matutina* á las 6 de la mañana y la importancia que puede tener para la determinación de la *temperatura media de un lugar* en vez de deducirla, como hasta ahora, de las observadas al N; en efecto, asunto es que merece toda la atención de los meteorologistas; pero como creemos haber dicho sobre esto lo bastante á nuestro objeto consideramos oportuno concretarnos á recordar, que en nuestro concepto las *horas críticas son dos* y que *la temperatura media de un lugar quizá esté representada por la media de las temperaturas á tales horas observadas*, estando por lo demás conformes en que las obtenidas al N dan resultados erróneos y de poco interés en el estudio de los climas, especialmente cuando se les mira bajo el punto de vista de su influencia en la vegetación (2) y de la higiene; por todo lo que,

(1) Páginas 145 á 175.

(2) Como esta recibe los rayos caloríficos luminosos del sol directamente y obra en ella la verdadera temperatura del ambiente correspon-

aunque nuestra débil voz no sea oída por los gobiernos y los meteorologistas y aunque sea impropio de nuestra edad y posición humilde en el mundo científico, aconsejamos á unos y otros pongan los medios para resolver cuanto antes todas las cuestiones enunciadas á fin de que observándola de una manera conveniente se llegue pronto á conocer la verdadera temperatura media de cada lugar, las máximas y mínimas.

Es de presumir por lo mismo que, cuando tales observaciones se hayan practicado por espacio de tiempo suficiente para deducir resultados aceptables, habrá que variar el trazado de las líneas *isothermas*, *isotheras* é *isoquimenas*, es decir, de igual temperatura media anual, estival é invernal y las de igual variación entre las máximas y mínimas que tanta importancia tienen para la fijación *teórica* de las regiones botánicas y las de cultivo, así como también para el estudio comparativo de los climas, cuando están determinadas por las medias estacionales halladas directamente en puntos próximos y consiguientemente comprendiendo todas las circunstancias que influyen en la temperatura de cada lugar, pues que hechas con las observaciones de un corto número de lugares y dando mas importancia á la latitud que á la altitud, como sin duda ha sido hasta ahora preciso por falta de datos y por querer abrazar superficies demasiado considerables, no lo creemos de gran interés práctico, ya que los resultados han de conducir á errores perniciosos ó inútiles al cultivo, como vamos á demostrar.

Hasta ahora hemos considerado la marcha de la temperatura del aire con la altura sobre un mismo punto y dentro de

---

diente á cada *exposición* y como en ella tienen mas influencia las temperaturas máximas y mínimas y las medias estacionales que las anuales, estas sirven de poco ó nada para deducir la influencia que las de que proceden tienen en aquella. En corroboración de esto podemos citar la autoridad de M. Daguin que dice (pág. 110) que: «los climas dependen muy especialmente de las variaciones de la temperatura de un mes á otro y de la máxima y mínima, que se observan en las diferentes épocas del año» y en el mismo sentido se espresa el ilustre M. Bousingault (Obra citada, t. II pág. 680 y otras) y otros célebres físicos como mas adelante consignaremos.

límites muy reducidos, es decir, que hemos tenido en cuenta principalmente los efectos de la radiacion solar y celeste sobre el suelo de un lugar determinado; mas, si se tiene presente que la temperatura adquirida por el suelo depende de la incidencia de los rayos solares, de la distancia del foco y de la presion atmosférica, además de sus condiciones especiales, es indudable que los efectos no serán los mismos para dos lugares de diferente *latitud*, de distinta *altitud* ó que tengan encontrada su *exposicion*; á *mayor latitud* corresponderá menor incidencia de los rayos solares y mayor distancia del foco, por consiguiente serán menores los efectos de la radiacion solar, y como la nocturna será por lo menos igual, *la temperatura media ha de bajar con el aumento de la latitud*, es decir, del ecuador á los polos: así lo confirma la experiencia admitiéndose que este descenso es *de un grado de temperatura por cada dos que aumente la latitud* (1); es de presumir sin embargo que este descenso resultará mayor, cuando las medias de cada lugar se rectificuen como hemos indicado antes (2).

Con la *altitud* (3) la radiacion solar aumenta, ya que disminuye la distancia (4); pero como tambien lo hace la celeste

---

(1) Segun M. Daguin (pág. 116) en Francia se han de avanzar hácia el N. 185,200 m. para hallar la espresada diferencia.

(2) La influencia de la *latitud* varía mucho con la situacion mas ó menos continental de la comarca y con su topografía, segun se deduce de la correspondiente á la *altitud* y *exposicion* de los accidentes orográficos del terreno y de las condiciones físicas de éste; de manera que cuanto dejamos dicho sobre la 1.<sup>a</sup> es en el supuesto de que se prescindia de las demás ó mas bien para dar á conocer la accion de cada una en la compleja, que dá el resultado que se observa.

(3) Algunos físicos han confundido la influencia en la temperatura del aire de la *altitud* (altura sobre el nivel del mar) con la que tiene la *altura* sobre el suelo de un lugar y es fácil de comprender que procediendo de causas muy diferentes no puede hablarse indistintamente de una ó de otra al tratar de tan importante asunto sin incurrir en un error lamentable.

(4) De las observaciones practicadas en 1832 á 1842 por M. M. Forbes y Kaemtz resulta: 1.<sup>o</sup> Que la radiacion solar es mucho mayor sobre las montañas que en las llanuras á causa del menor espesor de la atmósfe-

de una manera sensible y la menor presion rarifica el aire y facilita la gasificacion de los líquidos, que con ella aumentan de ordinario, segun verémos mas adelante, es consiguiente que ha de perderse temperatura con *la altitud* por la influencia de la 2.<sup>a</sup> accion y la conversion del calórico sensible en latente (1); en efecto, la experiencia acredita que por término medio baja un grado la temperatura media por cada 180 metros de elevacion en gran parte de Europa (2); estas medias han de cam-

---

ra.— 2.º La absorcion por ella es menor cuanto mayor es la capa de aire ya atravesada, resultando haber dos clases de rayos caloríficos, absorbibles y no absorbibles, siendo los primeros los 0'8 del total. En tiempo claro cada rayo vertical conserva del  $\frac{1}{4}$  al  $\frac{1}{2}$  del calor que tenia antes de atravesar la admósfera.— 3.º «La intensidad disminuye sensiblemente en progresion geométrica cuando el espesor de la admósfera atravesada no pasa cuatro veces su altura, de donde se deduce que el calor que llega á la tierra es mucho menor de lo que se habia creído.» M. Gasparin halló en Febrero de 1833 cerca de Tarascon que la proporcion de calor solar que llegaba á la tierra era 0'68 del que atravesaba la admósfera.— Daguin.—Obra citada, t. II. . . . . pág. 96 y 97.

Comparando estos resultados entre sí y con los obtenidos por M. Pouillet se comprenderá la necesidad de hacer nuevas investigaciones.

(1) M. Daguin para comprobar que si la compresion de los gases produce calor, la dilatacion le disminuye, al objeto de demostrar el descenso de la temperatura con la altitud cita, en su ya mencionada obra t. II, pág. 13, lo ocurrido á M. Friger en una cámara de compresion destinada á los enfermos, cuando con aquella se rompió el cristal que le daba luz produciendo *detonacion, frio repentino por la expansion rápida del aire comprimido y oscuridad por la condensacion que éste produjo en los vapores en la cámara contenidos*, resultados que se esplican perfectamente teniendo en cuenta que, segun las experiencias de M. M. Favre y Silberman el aire sometido á una presion de  $\frac{1}{4}$  á  $\frac{1}{2}$  admósfera aumenta la temperatura en 5º6 y la disminuye en 5º con una dilatacion proporcionada; con la de  $\frac{1}{2}$  á 1 admósfera 8º8 y 7º6; con la de 1 á 2 13º2 y 12º8.... Daguin, obra citada. . . . . pág. 61 y 62.

(2) M. Daguin (obra citada pág. 123 y 124) consigna los resultados medios obtenidos por diferentes meteorologistas á saber:

*Gay-Lussac* de su ascension aerostática verificada en París hasta la altura de 6977 m. en 1804 dedujo el decrecimiento de 1º de temperatura por cada 173 m. de elevacion.

*De-Saussure* en el Mont-Blanch por cada 144 metros.

*De-Humboldt* en los Andes por cada 191 m. y en el Chimborazo, á 3876 m. de altitud por cada 218 m. Habiendo deducido de sus observaciones

biar tambien por lo antes dicho; pero, sean las que se quieran, las montañas elevadas con sus zonas de vegetacion á todos los climas correspondientes y con sus nieves perpetuas (1), dicen bien claramente que el principio sentado es indudable.

Bien conocidos son los efectos de la *exposicion*; su causa es tambien patente; porque es evidente que la del N. solo recibirá la radiacion solar con la incidencia misma que el *horizonte* que sea paralelo á su superficie, es decir el que corresponde á

---

que el decrecimiento no es uniforme y que se halla el menos pronunciado entre 1000 y 3000 m., altitud que forma en el ecuador la region de las nubes, que reteniendo el calor solar dulcifican la temperatura.

*Ramond* en los Pirineos encontró el decrecimiento de 1° de temperatura por cada 148 m. de altura.

*Martins* en el Mont-Ventoso . . . . id. . id. . por cada 144 id.

*Kaemtz* en Rigi . . . . . id. . id. . id. . 149 id.

Las diferencias se atribuyen á las causas accidentales locales y horas de observacion, admitiéndose por aproximacion 180 m. en nuestros climas y 200 m. en el ecuador, segun M. Daguin, que tambien hace constar que: «*parece cierto que la temperatura del aire en las montañas es mas baja que la de las capas admosfericas de la misma altura, por cuya razon la proximidad de las altas cordilleras hace los climas mas rigorosos.*»

Esto, en nuestro concepto, no es admisible ni absoluto, porque los resultados dependen mucho de las condiciones del suelo y la exposicion, pero basta para justificar la inconveniencia de confundir los efectos de la *altitud* con los de la *altura* sobre el suelo de cada lugar, como lo hemos dicho antes y hace sospechar con fundamento que la ley de *relacion entre la temperatura y la presion á diferentes alturas* hallada por M. Saigey no es exacta por fundarse en observaciones que no lo son, como se deduce de lo expuesto y de lo que el mismo M. Daguin dice, pág. 126 y siguientes, sobre las *circunstancias que modifican el decrecimiento de la temperatura con la altura.*

De las observaciones que para hallar la temperatura media anual hizo M. Bousingault en las cordilleras, dedujo Bischof que aquella baja 1° por cada 195 m. de elevacion (Bousingault. *Economie rurale*, t. II, pág. 685). El mismo dice que en Europa se ha observado que el decrecimiento del calor en las montañas es mas rápido de dia que de noche y en verano que en invierno; v. g. entre Génova y el monte San Bernardo para ver bajar el termómetro 1° es necesario elevarse: en primavera 179 m., en verano 183, en otoño 210 y en invierno 232 m.

(1) El límite de estas varía con muchas condiciones como se deduce del estado de la página siguiente que tomamos de la obra de M. Daguin. . . . . pág. 130.

una comarca de mayor *latitud* norte y por consiguiente la temperatura dependerá mucho de la inclinacion (1); las del E. solo reciben los rayos solares en las primeras horas de la mañana

LOCALIDADES.	Latitud.	Limite de las nieves.	TEMPERATURA MEDIA.	
			Annual.	Estival.
Isla Mageroe. . . . .	71°15'	720 metros.	0°·2	6°·4
Noruega. . . . .	66° á 67°	1266	»	»
Islandia. . . . .	65	936	4°·3	12°
Laponia. . . . .	60	1169	»	»
Ural. . . . .	59°40'	1460	1°·2	16°·7
Kamtschatka. . . . .	»	1600	2°·0	12°·6
Allai. . . . .	»	2144	2°·8	17°·8
Alpes. . . . .	»	2700	11°·2	18°·4
Cáucaso. . . . .	»	3372	13°·8	21°·6
Pirineos. . . . .	42° á 43°	2728	13°·7	24°·0
Etna. . . . .	37°36'	2905	18°·8	23°·1
Himalaya (N.)	30° á 31°	3957	} (a)	»
Id. vertiente S.	»	5067		
Méjico. . . . .	19°	4700	23°	27°·8
Abisinia. . . . .	13°10'	4287	»	»
Andes de Quito. . . . .	0° á 2°	4812	»	»
Chile. . . . .	33°	4483	»	»
Estrecho de Magallanes.	53° á 54°	1130	»	»

En nuestra Sierra Nevada, en las umbrías se encuentra el límite de la region de las nieves á 3000 m. y por la solana á 3.100 segun el Sr. Pascual (Anuario estadístico de 1858 pág. 158), mientras que en las regiones ecuatoriales se halla á 4 ó 5000 m. segun M. Bousingault, (obra citada, t. II, pág. 687) y en el Asia á 5067 m. en la pendiente meridional del Himalaya y á 3957 en la septentrional. (Humboldt.—Cuadros de la naturaleza, pág. 139 y 140); con cuyos datos hemos cambiado los consignados en el anterior estado (a) que en la obra de M. Daguin aparecen equivocados.

(1) Hablando M. Bousingault (obra citada, t. I, pág. 633) de la influencia que en la vegetacion tiene la exposicion del suelo, hace constar, que si bien en las del N. recibe menos luz y calor que en las del S. en cambio tiene mas humedad y las plantas no están expuestas á los perniciosos efectos de los rápidos deshielos y cambios bruscos de temperatura, como se ha observado en Suiza y norte de Escocia. La vegetacion forestal indica bien estas condiciones, pues siempre se presenta mas abundante y lozana en las exposiciones del N. y E. y pobre y escasa en las del S. y O. por su excesiva sequedad, con lo que las peladas montañas de la Península influyen mucho y en mal sentido en nuestro clima, de ordinario, pronunciadamente continental.

En vista de todo esto es muy estraño que tan ilustrado físico encuentre dificultades para explicar los verdaderos motivos de la menor altitud que

y por consiguiente con grande incidencia, aunque depende tambien de su inclinacion, que las dá la temperatura correspondiente á las comarcas de tal direccion de horizonte paralelo á su superficie y como el terreno se encuentra enfriado por la radiacion celeste de gran parte del dia y toda la noche, cuando vienen á herirle pasageramente los rayos solares, su media es muy baja produciendo con la momentánea radiacion solar sobre ellas los perniciosos efectos de las heladas tardías, que en tales exposiciones son muy frecuentes: las del S. por el contrario reciben durante mas tiempo los mas intensos rayos solares y mas normalmente, á la manera que lo hacen las comarcas meridionales de horizonte paralelo á su superficie y por lo tanto su temperatura media es tambien la mas elevada, causa que produce la mayor sequedad del terreno y consiguientemente las mayores dificultades en la repoblacion forestal de tales pendientes con las especies arbóreas mas estimadas, si bien permite que se eleven en ella mas los cultivos agrícolas; finalmente las exposiciones al O. ocupan en razon de su temperatura un término medio entre las dos anteriores, ya que cuando el sol obra directamente sobre ellas el aire participa del caldeamiento sufrido en las otras y tiene la radiacion mas fuerza que en las del E. (1); las exposiciones intermedias es consiguiente que participan de las condiciones de las cardinales entre que se encuentran.

Para hacer ver el modo de obrar del sol en cada una de estas exposiciones las hemos comparado con horizontes lejanos;

---

en las exposiciones septentrionales alcanzan los cultivos y regiones botánicas relativamente á la que se observa en las meridionales, como es de ver en su citada obra, t. II, pág. 689, cuando es una consecuencia inmediata y necesaria de las condiciones térmicas propias á tales exposiciones.

(1) Dice M. Becquerel que «en las mesetas elevadas, como en las regiones polares, la radiacion siendo mayor en razon de la presencia mas duradera del sol sobre su horizonte que en los lugares bajos y los de menor latitud, la vegetacion, en igualdad de las demás condiciones, tiene mas actividad. La Rusia y la Laponia ofrecen ejemplos de ello sorprendentes.»—Des climats. . . . . pág. 52

pero esto no quiere decir que sean idénticas sus temperaturas, pues que en estas influyen la permanencia del sol sobre el horizonte del lugar y las adquiridas por el aire en las demás exposiciones del mismo, ya que éste con sus corrientes tiende á equilibrarla constantemente y lo consigue pronto en puntos cercanos, cuando no detienen sus movimientos obstáculos notables; además en tales temperaturas medias ha de influir la altitud y los accidentes próximos del terreno, que ya pueden obrar por reflexion de los rayos solares, ya por radiacion de la temperatura adquirida en su exposicion propia, ya cómo abrigo de corrientes distintas; por eso se observan grandes diferencias en exposiciones idénticas, cuando la orografía del terreno, que las rodea, no es igual.

Ahora bien, las líneas térmicas antes mencionadas se han trazado con los resultados obtenidos en un corto número de localidades de diferentes altitudes y exposiciones y muy distintas condiciones geonómicas y topográficas, utilizando las temperaturas observadas al N.; por lo tanto, aunque por el cálculo se hayan reducido á las que deberían corresponderles, si se encontraran al nivel del mar, (lo que hace que las indicadas líneas no den siquiera las verdaderas temperaturas bien ó mal observadas) es indudable, según lo que dejamos dicho acerca de las que dan los termómetros expuestos al N. y 1'33 m. de altitud sobre el suelo y relativamente á la influencia de las condiciones físicas de éste, de la latitud, altitud y exposicion y lo que dirémos sobre la que tienen su posicion continental y forestal, que las líneas térmicas hasta ahora trazadas serán de *poquísima utilidad inmediata bajo el punto de vista práctico*; mas aun; que para reunir las condiciones necesarias para que así no pudieran calificarse, sería preciso al trazarlas tener en cuenta todas las causas influyentes en la temperatura de cada comarca y esto haría aquel trabajo imposible, no solo por el infinito número de puntos variables, que cada una debiera abrazar, sino porque se confundirían en la proyeccion horizontal los caracterizados por temperaturas distintas, como correspon-

dientes á altitudes diferentes, de suerte que si el trazado de tales líneas puede contribuir al progreso de las ciencias, sí tambien inducir á grandísimos errores, si al querer hacer en la práctica aplicacion de sus principios no se tiene presente cual puede ser su verdadero valor.

En este error creemos han incurrido con frecuencia algunos agrónomos *teóricos* al proponer, apoyándose en aquellas sin el necesario correctivo, medidas desacertadas para regenerar nuestra agricultura desde su gabinete, sin pensar que sus propuestas son irrealizables unas veces y otras perniciosas, ya que generalizando sin maduro exámen los resultados obtenidos en algunas localidades, olvidan con frecuencia las infinitas variables que entran en el problema de la vegetacion, que pudieran en nuestro concepto justificar este principio: *en agricultura como en selvicultura no hay medidas concretas absolutas*. Nuestras objeciones son sobre todo aplicables á la importancia de las líneas *isotermas*, de que tanto se utilizan los agrónomos aludidos olvidando por completo las necesidades de la vegetacion y los prudentes consejos de Bousingault y otros meteorologistas distinguidos.

En corroboracion de estas apreciaciones podemos citar las que nuestro distinguido Profesor y respetable amigo Sr. Pascual hizo en su interesante *reseña agricola* del anuario estadístico de 1838. En efecto en la pág. 110 se expresa así: «Situada la Península ibérica entre las isotermas de 13° y 20°, las isoterms de 20° y 25° y las isoquímenas de 6.° y 15.° C., comprende parte de la zona cálida templada y de la zona subtropical, si se ha de dar crédito á las ideas hoy día reinantes sobre el curso de las líneas isotermas y la temperatura media anual de las zonas, en que se considera dividido por algunos el globo terráqueo. Admítase por varios geógrafos modernos que la isoterma de 12° es la línea polar de la zona cálida templada, que la de 17° es el límite polar de la zona subtropical y que las isotermas, á su entrada en Europa, trazan una notable curvatura hácia el Norte; á ser todo esto cierto, mas de la mi-

tad de la Península tendria clima subtropical, y no existiendo semejante temple sino en una pequeña porcion del territorio, esto es, en la costa del Mediodía, ó lo que es mas claro, entre las isothermas de  $19^{\circ}$  y  $20^{\circ}$ , resulta que el limite polar de la zona subtropical es la isoterma de  $19^{\circ}$ . Por consiguiente, atendiendo únicamente á este hecho, la mayor parte de España goza de clima cálido templado; pero las causas topográficas modifican las leyes generales de tal modo, que el clima de las provincias del Norte se parece mucho al frio templado, á pesar de hallarse bajo la isoterma de  $13^{\circ}$ . En rigor, la Península no se encuentra en la zona cálida templada, sino que ésta la atraviesa extendiéndose por el Norte á la fria templada y pasando por el S. á la subtropical. Estudiado el clima, á todas luces presenta otro aspecto, cuando se examinan las modificaciones, que en él originan la altitud del centro del país y las montañas que le atraviesan. En efecto, gran parte del territorio corresponde á la zona fria templada y aun extensas porciones, esto es, las localidades elevadas de las montañas, tienen el clima de la zona fria y polar. España, pues, cuenta con todos los climas del mundo, fuera del ecuatorial y trópico.»

Continúa después manifestando las dificultades, que se presentan para admitir la direccion dada por Berghaus á las isothermas de  $15^{\circ}$  y  $20^{\circ}$  y relativamente á la última, dice que se trazó sin tener en la costa meridional datos seguros mas que de Villanova de Portimao; así es que aquel la hizo cruzar al África, habiéndose hallado posteriormente que Málaga, Gibraltar, Sevilla y Écija tienen temperatura media anual de  $20^{\circ}$  ó mas y Cádiz solo de  $16^{\circ},9$ , de manera que se demuestra la inutilidad de aquel trazado y hace sospechar cuáles serán las condiciones del de aquella y otras isothermas, el mucho mas difícil de las isothermas é isoquiménas y los errores á que habrán conducido á los agrónomos y climatologistas, que no han tenido en cuenta sus condiciones; por lo mismo sobre este particular llamamos la atencion de los poderes públicos españoles, á fin de que en sus resoluciones no se dejen guiar de propuestas in-

fundadas y de galanos, pero inciertos, discursos y memorias, que tanto han contribuido y pueden contribuir al descrédito de la administracion pública.

Resulta de todos modos de lo anteriormente dicho, que la temperatura del aire es debida esencial, aunque indirectamente, á la radiacion solar y como de ella tambien depende, segun hemos demostrado en el estudio primero, la existencia y condiciones de las corrientes aéreas, que á su vez la modifican, como entonces dijimos, los meteoros acuosos (1), la electricidad admosférica y la diafanidad y nebulosidad del aire, es consiguiente que *la temperatura constituye el principal factor del clima* y por lo tanto los efectos de la radiacion solar y celeste uno de los puntos de la meteorología mas dignos de estudio, como lo corroboran por otra parte los infinitos y penosos trabajos, á que para conocer su influencia y relaciones se han dedicado muchos sábios en todos tiempos y lugares.

La radiacion solar al propio tiempo que proporciona el calor, nos suministra tambien la luz, es decir las dos condiciones sinequanon de la vida, los dos grandes excitantes de la vegetacion, que á ellos debe sus maravillosas evoluciones: la influencia, pues, en ella de la radiacion solar, ya se la considere bajo uno ú otro punto de vista, es de la mayor importancia.

En efecto, la luz aumenta mucho la absorcion de los jugos de la tierra por las espongiolas de las raices; detérmina la exhalacion acuosa por las hojas y verifica la descomposicion del ácido carbónico de la admósfera fijando el carbono y desprendiendo el oxígeno por todas las partes verdes de los vegetales, dando lugar su mayor ó menor intensidad á mil modificaciones en la dureza y espesor de sus tejidos, sabores y propiedades de sus jugos, flores y frutos, cuyas condiciones se

---

(1) «Es bastante curioso, dice M. Becquerel, ver, como lo observa M. Quetelet, que las líneas de igual variacion de temperatura son casi paralelas á la línea, que separa las regiones de lluvias de verano y lluvias de otoño.»—Des climats. . . . . pág. 156.

utilizan con grande é indudable resultado en el cultivo, segun sea el objeto á que se destinen los productos de la tierra.

El calor tiende á escitar y el frio á amortiguar las propiedades de los seres vivos.

«Este efecto, dice el ilustre De-Candolle (1), es muy sorprendente en los vegetales: así es que, en igualdad de las demás condiciones, una temperatura cálida aumenta la absorcion por las raices y la evaporacion por las hojas; asegura y acelera la germinacion, la floracion, la fecundacion y la maduracion; hace mas rápidos los movimientos de las partes, que son de ellos susceptibles; perfecciona las combinaciones, de que resulta la formacion de los jugos propios.

»Una temperatura fria produce resultados contrarios: cada especie tiene, bajo este concepto, una susceptibilidad que le es propia; de tal suerte que el grado de calor, que basta para desarrollar tal semilla ó tal flor, no basta para tal otra. Es á esta causa, que depende de la naturaleza propia de las especies vegetales, y que nos es por consiguiente desconocida, que deben atribuirse las desigualdades en las épocas de la vegetacion y las diferencias de clima necesarias á distintos vegetales, en los que no apercibimos muchas veces sino pequeñas diferencias de estructura insuficientes para justificar la diversidad de su vegetacion. Por esta suerte de susceptibilidad propia ciertos vegetales, en apariencia muy robustos, no empiezan á vegetar bien hasta cierto grado de calor. El hábito (2) parece que extiende algo, aunque poco, los limites en que pueden prosperar; pero puede decirse que en general cada especie vegetal tiene necesidad de cierto grado de temperatura, para que su tegido sea escitado hasta el punto de permitir su desarrollo.

»En cuanto á la accion puramente fisica de la temperatura, conocemos mejor su naturaleza y consecuencias; sea que la

(1) *Physiologie vegetale* (1832)... pág. 1099.

(2) ¿No serian mas bien las diferencias orgánicas consiguientes á las condiciones de su desarrollo, que harian sus partes mas ó menos fácilmente impresionables á la influencia de los agentes exteriores, como se observa cada dia en algunas variedades de árboles frutales?

consideremos en su efecto sobre los vegetales mismos ó sobre los medios que les rodean, vemos á cada instante su importancia. Cuando la temperatura se eleva gradualmente, todas las partes tienden á dilatarse; la evaporacion de los líquidos y por consiguiente la succion, se aceleran; la putrefaccion y fermentacion de las materias contenidas en el mantillo se desarrollan de manera que hacen los jugos absorvidos mas nutritivos. Pero si el calor es demasiado fuerte, resulta la desecacion, si el agua no puede renovarse, y algunas veces la putrefaccion, si la cantidad de agua es inagotable. Una temperatura demasiado baja contrae todos los órganos, disminuye la evaporacion y consiguientemente la succion. Si desciende por bajo la congelacion, solidifica por de pronto el agua situada al exterior del vegetal y detiene la nutricion; despues alcanza los líquidos acuosos encerrados en el tegido vegetal; congelándolos los dilata; de esta dilatacion resulta la muerte del vegetal ó de la parte de la planta, en que tiene lugar, sea, como lo han creído muchos autores, por la ruptura de las células y los vasos (hecho que hacen por lo menos muy dudoso las investigaciones de Gæper), sea por la trasformacion de los jugos mismos, que la helada tiende á separar en partes mas ó menos susceptibles de congelacion, sea simplemente por un efecto vital sobre el tegido de las células.»

El ilustre M. Becquerel despues de exponer y discutir las opiniones emitidas sobre este particular por eminentes agrónomos y meteorologistas deduce las consecuencias siguientes:

1.<sup>a</sup> «Un gran número de causas hacen variar los fenómenos periódicos de la vegetacion en nuestros climas; la temperatura es la mas influyente.

2.<sup>a</sup> »Es probable que los progresos de la vegetacion sean proporcionales á la suma de las temperaturas ó mas bien á la suma de sus cuadrados contados aquellos á partir del movimiento primaveral de las plantas (1).

---

(1) Es decir, durante el ciclo ó tiempo de la *vegetacion activa*.

3.<sup>a</sup> »Los frios del invierno, cuando la constitucion de la planta no ha sido alterada, sobre todo si la tierra ha estado cubierta de nieve, no ocasionan ningun retraso sensible á la vegetacion.

»Débese tener en consideracion el estado de la planta en el instante en que empezó su sueño invernal, y que corresponde á cierta suma de temperatura adquirida.

»Cuando se trata de la maturacion de las mieses y en general de las plantas, que crecen bajo la influencia del sol, es preciso consultar el termómetro expuesto á la misma accion directa del astro y no el colocado á la sombra, como se hace comunmente (1).

4.<sup>a</sup> »Las temperaturas de la noche no son comparables á las del dia en cuanto al efecto producido sobre la vegetacion, pues se debe tambien considerar la luz que reciben las plantas.

5.<sup>a</sup> »Una latitud mas septentrional en un grado produce casi el mismo retraso, que una altitud mayor de 100 metros, retraso que, en nuestros climas, se eleva á cerca de cuatro dias (2).

6.<sup>a</sup> »Las variaciones de temperatura (3), en igualdad de las demás condiciones, son favorables á la vegetacion; lo propio sucede (por esto mismo sin duda) en las altas mesetas, en que la radiacion tiene mayor energía.

7.<sup>a</sup> »Las líneas *isothérmicas* ó de floracion simultánea no conservan paralelismo en las diferentes épocas del año.» (4)

En vista de lo expuesto se comprenderá fácilmente la justicia con que los sabios han tomado la temperatura del aire como base principal, no única, de la fijacion de los climas y regiones

---

(1) Esta es otra razon mas para justificar nuestras apreciaciones sobre la inutilidad de las líneas térmicas bajo el punto de vista práctico.

(2) Se entiende que esto puede ser cierto en igualdad de las demás condiciones.

(3) Sin duda entre límites próximos, porque de otro modo los resultados serian contrarios.

(4) Des climats, etc. . . . . pág. 64 y 65.

botánicas; por qué se han dedicado á penosísimos trabajos para investigar el grado de calor, que cada planta exige en sus diferentes evoluciones; ya tomando la temperatura media anual, estacionales ó la total del ciclo vegetal deducida de la media multiplicada por el número de dias, como parece sería procedente segun las observaciones de M. Bousingault (E. r. t. II, pág. 690), ya las máximas y mínimas, ya la suma de los grados sobre el que necesitaron para el primer movimiento primaveral, que es próximamente el mismo que el calculado por la media del ciclo vegetal, ya esas mil combinaciones, que han dado ocasion á que la ciencia progrese con tantísimas observaciones, pero, hasta ahora, no resultados prácticos inmediatos, que tal vez sean imposibles, tratándose de comarcas muy extensas, atendida la complejidad de todas las cuestiones, que encierra este problema de infinitas variables.

A nuestro modo de ver el problema es insoluble por ahora si no se concreta á comarcas reducidas y si en él no se hace figurar otro factor que la temperatura, ya que por importante que éste sea, no es el único, que determina las condiciones de la vegetacion.

Así sin duda lo han comprendido eminentes agrónomos, cuando se han resuelto á dividir las *zonas* en *regiones* caracterizadas por plantas espontaneas ó de cultivo muy usual, pues que de esta suerte mas que la fijacion de sus límites por los factores del clima, se determinan por los que aquellos alcanzan y despues se cuida de espresar la entidad é importancia de tales factores y las causas en ellos influyentes; con este sintético procedimiento se pueden conseguir resultados aceptables y de utilidad incontestable, siempre que se apliquen á comarcas poco extensas, para no exponerse á los errores de la generalizacion, y á tales regiones se acomoden por personas competentes y conocedoras de la localidad los *calendarios* de *Flora* y *Ceres*, que en último resultado serán siempre los que utilizará el agricultor, amante del progreso; porque es de advertir que hay muchos que desengañados por los desacertados con-

sejos de algunos agrónomos de gabinete, que desde él quieren regenerar nuestra agricultura y riqueza forestal sin conocer las circunstancias especialísimas de nuestros campos y los *que fueron* nuestros montes, ni muchas veces las leyes que las rigen, desdeñarán las propuestas todas interin no vean traducidas en aumento de productos sus ventajas.

Si las regiones botánicas no son difíciles de determinar, aunque si algo de caracterizar, no sucede lo mismo á las de cultivo, ya que los límites de estas no los hace patentes la naturaleza y se han de deducir del exacto conocimiento de la influencia, que en el desarrollo de cada especie han de tener los diferentes factores de clima y suelo y las condiciones económicas de los lugares productor y consumidor, y todas estas variables reunidas constituyen un problema de muy difícil solución; la prudencia, pues, aconseja no resolverle de plano, como hacen muchos, y sí solo despues de bien dirigidos ensayos y un detenido estudio de la localidad, evitándose de esta suerte no pocos perjuicios mediatos é inmediatos y que sea por nuestros labradores preferida la rutina á la verdadera ciencia.

Aunque en cierto modo no sea propio del objeto de esta obra, en nuestro deseo de extender las noticias que tenemos sobre las condiciones de la Península, insertarémos en el apéndice un resumen de su division en zonas y regiones, que tomamos de la reseña agrícola referida del ilustre Sr. Pascual, sintiendo que los límites de este libro no nos permitan hacer de toda ella un extracto razonado para satisfacer mejor nuestro propósito, si bien en los caracteres de cada region pondrémos algunos de los que constando en el cuerpo de aquella no aparecen en el cuadro, en que los reasume nuestro respetable amigo y maestro.

De buen grado entraríamos en mayores detalles sobre la descripción de los climas y regiones botánicas, que los sabios han establecido; pero como esto nos alejaría en demasía de nuestro objeto principal sin necesidad, y por otra parte no los consideramos admisibles sin discusión, nos abstenemos, aunque

con sentimiento, de ocuparnos de ello en este lugar, con tanto mayor motivo cuanto que de lo dicho se deduce ya de una manera general que con las condiciones del suelo, la latitud, la altitud, la exposicion y los abrigos cambiará necesariamente la vegetacion espontánea, ó mejor dicho natural, y las condiciones del cultivo racional agrícola y forestal; pero si no podemos entrar en la clasificacion de los climas y regiones, nos creemos obligados á hacer algunas consideraciones generales sobre la influencia en los 1.<sup>os</sup> de los continentes y los mares, ya que son consecuencia inmediata de la radiacion solar y celeste; no lo harémos de los vientos cálidos y marinos, porque ya en el *primer estudio* digimos sobre ellos lo indispensable para patentizar su influencia y en el resumen lo completaremos.

La de los continentes ha de variar necesariamente con las circunstancias, de que nos hemos hecho cargo y, segun verémos despues, con la vegetacion que cubra su superficie, ya que la herbacea no tiene la misma influencia que la arborea, ni con cualquiera de las dos se producen los mismos efectos que estando la tierra directamente expuesta á los rayos solares; considerándola, pues, en este último caso, es indudable que atendidas las propiedades absorbentes y emisivas del suelo y la duracion del dia en las diferentes estaciones del año en el continente europeo, aquellas han de producir mucho calor en verano y gran frio en el invierno, es decir climas extremados, como por ejemplo se observa en la meseta central de nuestra península, cuya altitud contribuye á esas bruscas variaciones térmicas tan perniciosas á la vida animal como á la vegetal (1).

---

(1) El Sr. Pascual en su precitada *reseña agrícola* (Anuario estadístico de 1858 pág. 111) se espresa así: «1.º que el clima es litoral casi solo en las costas y 2.º que en lo restante es continental. En la planicie central los cambios de temperatura son mayores y mas súbitos que en la Europa central: y aun las mesetas de las dos terrazas, granadina y pirenaica, y hasta las llanuras del Ebro tienen clima decididamente continental,» cuyas condiciones pueden verse en los párrafos que de la misma reseña dejamos insertos en la nota (2) de la pág. 67.

El clima de las costas y las islas es por el contrario mas templado y constante á igualdad de latitud por la gran capacidad calorífica del agua de los mares, la extension de estos y los efectos de la evaporacion, todo lo que tiende á equilibrar la temperatura de su admósfera, que comunica por la brisa á la tierra próxima; algo tambien influyen las corrientes marinas y en puntos dados la nebulosidad, que producen con la evaporacion, como sucede en Inglaterra, circunstancia que ya hemos dicho tiende á conservar equilibrada la temperatura (1); *los mares, obran en el clima como agente moderador de las extremas temperaturas*, y proporcionando la humedad necesaria á la vegetacion, aunque de ordinario por arrastrar consigo las sales marinas suele perjudicar á determinados cultivos, muy especialmente si no cuentan con suficiente cantidad de aguas dulces, en cuyo caso aquellas sales, obrando como estimulantes, favorecen mucho su desarrollo y sobre todo mejora, las condiciones de los forrajes.

---

(1) Seguramente no conocen mucho las relaciones entre el clima y la vegetacion y las condiciones del de nuestra infeliz España, los que todos los dias motejan con harta acritud á nuestros pobres campesinos, porque por *ignorancia y pereza* no aprovechan *las inmejorables condiciones del suelo y clima ibérico elevando la produccion á una grande altura*, cuando, dicen, lo han conseguido los ingleses *con clima y suelo de lo mas miserable*: algo diremos sobre estos particulares mas adelante, que ponga en evidencia á que conducen estas declamaciones de los agrónomos simplemente teóricos ó de gabinete y los perjuicios, que sus consejos han causado á esta pobre é infortunada nacion inclinando á los Gobiernos á tomar medidas no muy acertadas y á dejar otras para cuando ya no podrán tener tan fácil aplicacion; por ahora nos concretamos á recordarles, que el clima de las islas británicas es mucho mas templado y húmedo que el nuestro y que tales condiciones son preferibles para los cultivos mas usuales, aunque no permitan algunos especiales de los climas cálidos.

### III.

Antes de exponer la influencia, que en nuestro concepto tienen los montes en la temperatura del aire, creemos oportuno dar á conocer la opinion sobre este particular emitida por distinguidos meteorologistas y nuestros mas decididos adversarios, sintiendo no poder deducir la de algunos de aquellos directamente de sus obras por no tenerlas á la mano, ya que la experiencia nos enseña, que con las noticias de referencia se desfigurán muchas veces los hechos involuntariamente, aunque por personas competentes y fidedignas se comuniquen; pues, no siendo aquellas siempre concretas y bien determinadas, la interpretacion que de ellas se hace puede no estar exenta de las preocupaciones, que dominan al que las trasmite como corroboracion ú objecion de su modo de ver, siendo esto fácil especialmente tratándose de cuestiones tan complejas y difíciles, como las que son objeto de *estos estudios* y emitidas en idioma distinto, del en que escribe quien de ellas se utiliza, pues que muchas veces se equivoca el sentido verdadero de las palabras al traducir ó sintetizar los conceptos y opiniones del escritor á quien pertenecen.

Por estas razones y porque no olvidamos nuestra incompetencia, ni la poca claridad que ha reinado hasta ahora en tan espinoso asunto, entramos en este terreno, como tantas otras veces nos ha sucedido y ha de suceder en el curso de esta obra, con verdadero pánico, que nos hubiera hecho arrojar nuestra inespera pluma á no tener completa confianza en la benevolencia de nuestros lectores y un deseo irresistible de promover la discusion, que puede sola aclarar de una vez el importantísimo problema de la influencia de los montes.

En sus *Observaciones sobre la Virginia* (1), deducidas de las

---

(1) Obra traducida al francés en 1786 por el abate Morellet, segun M. Becquerel.—Des climats, etc. . . . . pág. 356.

por él practicadas *durante nueve meses en Williamsburg y en Monticello*, consigna Jefferson, que el viento S-E, (1) es dominante en estas dos localidades; que el N-E. es el que le sigue hacia la costa y el N-O. en las montañas (2) y dice (pág. 9): «La diferencia entre estos dos últimos vientos es muy considerable en cuanto á sus efectos (sin duda térmicos) y á la sensación que causan. El N-E. está cargado de vapores y conduce un frío incómodo; el N-O. es seco, fresco, elástico y dá vida y actividad, mientras que el otro es pesado y abate los espíritus (3). Las brisas del E. y del S-E. (4) soplan generalmente por la tarde y parece se internan gradualmente en el país. Conocemos personas que recuerdan el tiempo, en que no pasaban de Williamsburg; ahora son frecuentes en Richmond y se hacen sentir de vez en cuando hasta en las montañas. Depositan gran parte de su humedad antes de llegar á ellas. A medida que las tierras (querrá decir los montes) sean descujadas, es probable que se extiendan mas léjos hácia el O. (5)

(1) M. Becquerel dice que es el S-O. (Des climats, etc. pág. 336; pero, teniendo en cuenta la situación de los lugares, no es dudoso que por error de imprenta se dice así, ya que el abrigo de las montañas Alleghannias presenta un obstáculo poderoso á semejante viento; pudiera sin embargo suceder que los marinos del Océano atlántico ó del Golfo de Méjico reflejados en dichas montañas impresionaran en Williamsburg en la dirección consignada por M. Becquerel: convendría comprobar estos datos con la obra original de Jefferson ó mejor aun con lo que sucede en dicha localidad actualmente.

(2) Sin duda en su parte superior ó en los valles y pendientes, que pueden recibir los vientos del interior ó continentales.

(3) Como que el primero procede de la region boreal del grande Océano y el segundo del continente.

(4) V. nota (1) anterior. Como aquí se hace referencia á las brisas marinas se corrobora con esto nuestra observacion.

(5) Esto parece corroborar nuestras anteriores observaciones y patentiza la influencia de los montes en los vientos, y como los que se dice internados con el descuaje son *marinos* y por consiguiente ordinariamente *menos extremados*, térmicamente considerados, que los *continentales*, bastaría esto para justificar el cambio, que dice enseguida Jefferson ha sufrido el clima desde que los montes se han descujado; aunque es de advertir que idénticos resultados se hubieran obtenido con solo hacer desaparecer los *indispensables* para permitir la entrada de tales bri-

»Parece que se hace un cambio muy sensible en nuestro clima; los calores, así como los frios, son menores que en otro tiempo, según refieren personas que no son todavía muy viejas. Las nieves son menos frecuentes y abundantes; muchas veces no permanecen en los valles más de dos ó tres días y muy rara vez una semana, y hay recuerdo de haberlas visto frecuentes, altas y durables. Los ancianos dicen que la tierra estaba de ellas cubierta tres meses del año y que los ríos, que hoy se hielan rara vez, lo hacían ordinariamente todos los inviernos. *Este cambio mismo ha producido una variación del calor al frío muchas veces funesta á los frutos en la primavera.*» (1)

El ilustre M. Becquerel después de consignar estas observaciones de Jefferson en sus dos citadas obras, dice que se debe desconfiar de ellas por la procedencia, ya que pudieran ser efecto de que se comparase lo que entonces sucedía con años extraordinarios anteriores y que de todos modos no pueden servir para demostrar si ha cambiado ó no la temperatura. (2)

Sin negar que estas dudas pueden ser muy fundadas, fácilmente se comprende que aun en el caso de ser indudables nada justificarían contra la benéfica influencia de los montes, de que en este estudio nos ocupamos.

---

sas y conservar con cuidado ó establecer los necesarios para detener el paso á los vientos continentales: esto no prueba nada en contra y si mucho en favor de la influencia benéfica de los montes, como ya hemos indicado y más extensamente diremos en el *resumen de esta primera parte*.

(1) Becquerel.—Des climats, etc. . . . . pág. 357.

Id. —Memoria de 1865. . . . . id. 103.

(2) Esta última observación la ha suprimido M. Becquerel en la segunda obra citada, á nuestro entender con mucha razón, porque es indudable que, si son ciertos los hechos referidos por Jefferson, los inviernos serían más fríos antes que después del descuaje, ya que sin esta condición no podría explicarse lo que dice de la congelación del agua de los ríos; pero veremos después que no debían ser muy exactas semejantes aseveraciones á juzgar por lo que dice Humboldt, aunque pudiera suceder que sí lo fueran relativamente á alguna localidad determinada y no en el sentido general que las atribuye Jefferson: generalizar en climatología es caminar de seguro á absurdos perniciosos.

En efecto, ¿probarían en todo caso estos hechos algo positivamente sobre la *influencia directa de los montes en la temperatura?*; ¿probarían otra cosa que la que tienen en los vientos y la que estos tienen en la temperatura del aire como dejamos consignado y demostrado? no.

Podría, pues, esto servir para combatir las erróneas exageraciones de los defensores de los montes, pero de ninguna manera para rebajar su influencia benéfica en la armonía de la naturaleza, cuando están convenientemente situados; discurrir de otra manera sería lo mismo que negar que el timon sea indispensable á la marcha regular de los buques, porque aferrándole á la banda brusca é inoportunamente los hace virar en redondo contrariándola: esto no puede ocurrirse mas que á quien de cerca no los haya visto nunca, ni estudiado la función correspondiente á cada uno de sus elementos, que es precisamente lo que sucede á la mayoría de nuestros adversarios relativamente á la complejísima cuestión, que nos proponemos dilucidar en este libro y que, aunque sea mucha nuestra incompetencia, esperamos aclararla lo bastante, para que comprendan la oscuridad en que han vivido y la grande inconveniencia de sus propuestas anteriores; porque los efectos, aunque complejos, son evidentes y para de ellos deducir las verdaderas causas no hay mas que observarlos con criterio imparcial y sana crítica.

Para dar á conocer la opinion del eminente *Humboldt* nada creemos mas acertado que extraer las ideas sobre este particular vertidas en sus «Cuadros de la naturaleza» ya que, como tambien veremos, las referencias que de ellos hace el ilustre M. Becquerel no carecen de algunas equivocadas apreciaciones y en el mismo defecto pudiéramos incurrir si tratáramos de sintetizarlas por cuenta propia; de ello resultará sin duda perjuicio para la armonía en el conjunto de nuestro libro, pero no creemos tenga esto tanta importancia como el dar á conocer la verdadera opinion de sabio tan eminente y justamente celebrado.

Ya en la pág. 28 al hablar de las diferentes causas, que contribuyen á dotar á las regiones ecuatoriales del nuevo continente de un clima mas húmedo y fresco y consiguientemente de una vigorosa y exuberante vegetacion, que contrasta singularmente con la aridez de los desiertos africanos, indica la influencia, que en tales efectos tienen los montes; pero, donde mas detalladamente la describe, es en las pág. 167 á 169 expresándose en los términos siguientes:

«La region boscosa (1) tiene una *triple influencia: obra á la vez por la frescura de la sombra que esparce, por la evaporacion de las aguas que absorbe y por la radiacion que enfría la temperatura*. Los montes, que en nuestra zona templada se componen de plantas sociales de la familia de las coníferas y de las amentaceas, tales como el roble, las hayas y abedules, y que en los trópicos están mezcladas á especies distintas, protegen la tierra contra la radiacion directa del sol, hacen evaporar las aguas, que los mismos montes producen en su interior y enfrían las capas de aire, que los circundan, por la emision del calor, que irradia de los órganos apendiculares foliáceos. Las hojas no son paralelas; están al contrario diversamente inclinadas al horizonte, pero en virtud de la ley desarrollada por Leslie y Fourier, la influencia de esta inclinacion sobre la masa del calor emitido por la radiacion es tal que el poder radiante de una superficie oblicua determinada iguala al poder radiante de esta misma superficie proyectada sobre un plano horizontal. Pues, cuando la radiacion empieza, de todas las hojas que forman la copa de un árbol y se cubren en parte unas á otras, las que primero se enfrían son las que irradian libremente hacia el cielo. El enfriamiento producido por el agotamiento del calórico es tanto mas considerable cuanto mas delgadas son las láminas foliáceas. Una segunda capa ó lecho de hojas presenta su superficie superior á la inferior de la primera y la envía mas calor del que recibe. El resultado de este cambio desigual

(1) Se refiere á la que en el ecuador ocupa las llanuras del Orinoco superior, río Negro y río de las Amazonas.

debe ser, pues, para la segunda capa de hojas, un descenso de temperatura. El mismo efecto se produce de unas á otras hasta que resulta ó se hace entre todas las hojas del árbol mas ó menos enfiadas, segun su posicion, por el calor radiante que emiten, un equilibrio estable, cuyo análisis matemático puede determinar la ley. Así el aire, que circula en los espacios vacíos entre las diversas capas de hojas, se enfría por radiacion en las noches largas y serenas de las zonas equinocciales de tal suerte que un árbol, que cortado horizontalmente por la copa diera apenas una superficie de 211 metros cuadrados, obra sin embargo sobre el descenso de la temperatura, gracias al gran número de sus órganos apendiculares, como 211 metros cuadrados de un suelo húmedo ó cubierto de gramíneas repetidos muchos millares de veces (a). He desarrollado, dice, ámpliamente la influencia ejercida sobre la atmósfera por vastos montes, porque estas relaciones tan complejas han sido muchas veces examinadas en la importante cuestion á que ha dado lugar el clima de la antigua Germania y de la Galia.»

Clara y evidente aparece de los párrafos trascritos la opinion

(a) Humboldt.—Asia central.

En nuestro concepto este efecto se exagera en demasía por confundir la accion que propaga de la que obra directamente, como fácilmente se deduce de la esplicacion misma de Humboldt; ya que las hojas inferiores no solo no contribuyen al descenso de la temperatura de las superiores, sino que tienden á disminuirle con la emision de sus rayos caloríficos, á la manera que obra el aire á ellas superpuesto dando ocasion á la produccion del rocío, como dirémos á su tiempo; por lo demás creemos que la influencia de la radiacion celeste sobre la copa de un árbol, no es igual á la que tendria sobre su proyeccion horizontal, por cuanto la exterior de aquella es siempre mayor é irradia directamente hácia los espacios celestes y por consiguiente en todas partes se enfría, aunque no tanto como las partes que lo hacen hácia el zenit, segun dijimos en el artículo II del presente estudio, si la espesura de los rodales, no obligara á considerar como superficie plana la superior de sus árboles; de suerte que podemos desde luego asegurar, que la influencia frigorífica nocturna no es, como se supone, excesivamente mayor que la de las praderas y campos mientras las plantas que los constituyen están en plena vegetacion, circunstancia que no debe despreciarse, porque es de suma importancia, como verémos en el resumen de esta primera parte.

que el eminente Humboldt se habia formado sobre la influencia térmica de los montes; *la consideraba como frigorífica* y así en efecto es durante el período de la vegetacion activa; pero olvidó que las condiciones de la vida vegetal no son las mismas en todas las estaciones y que por lo tanto tampoco aquella podia ser igual en ellas; de suerte que solo expuso una verdad incompleta dando lugar á que se dedujeran absurdas consecuencias, pues que la inmediata es deducir el descenso de la temperatura del aire y en cierto modo la influencia perniciosa de los montes en el desarrollo de la vida orgánica. ¡Cuán diferente sin embargo es la que real y positivamente se deduce considerando la vegetacion en sus distintas faces, como en el artículo siguiente indicaremos! y no se crea que tan eminente naturalista desconocia la importancia suma de la distinta reparticion del calor en las estaciones, porque bien la patentiza en diferentes períodos de sus bellisimos cuadros y lo que es mas sorprendente, en la hoja siguiente (pág. 171), ó la en que consigna los párrafos anteriores, llama sobre ello la atencion, no olvidándose de hacerlo cuando inmediatamente despues se ocupa en refutar la equivocada idea, que sobre la influencia de los montes tenian Jefferson, Barton y Volney, como vamos á ver.

Ya hemos consignado la opinion del primero de estos naturalistas y es de suponer que los otros dos juzgarían con el mismo criterio la influencia, que los grandes descuajes de montes habian tenido en los Estados Unidos *generalizando á tan extensa comarca las consecuencias malamente deducidas de los hechos* observados en la region al E. de las montañas Aleghanias y que fueron bastante para que sin comprender las verdaderas causas arrojaran sobre los montes un anatema tan injusto como de funestas consecuencias.

El eminente Humboldt, aunque á su perspicacia y talento esclarecidos se habia escapado el tan importante *distingo*, que hemos apuntado, y aunque por lo mismo no apreciaba de una manera completa la influencia verdadera de los montes, com-

bate las consecuencias generales deducidas de hechos tan especiales y mal observados, valiéndose de datos positivos que interesa conocer, por lo que y porque en la traduccion de sus obras no siempre se han espresado con exactitud (como puede juzgarse de los párrafos que á continuacion insertamos comparándolos con los que de la edicion de F. Didot copió M. Becquerel en su obra «Des climats..... pág. 358») nos decidimos á consignarlos en la misma forma que aquel lo hace en sus «Cuadros de la naturaleza pág. 171 y siguientes» segun resulta de la traduccion francesa mas fidedigna, aunque no exenta de equivocadas apreciaciones en nuestro concepto.

Segun la misma dice así:

«Es una temeridad espresar resultados generales sobre la distribucion del calor en los Estados Unidos, en atencion á que en ellos deben distinguirse tres regiones: 1.º la region de los Estados Atlánticos, al E. de los Alleghanyos; 2.º los Estados occidentales, en la vasta cuenca surcada por el Misisipí, el Ohío, el Arkansas y el Missouri, entre los Alleghanyos y las montañas Rocosas; 3.º la meseta que se extiende desde las montañas Rocosas á los Alpes marítimos de la Nueva California y que atraviesa el Oregon ó Rio Columbia. (1) Despues del vasto sistema de observatorios meteorológicos establecidos por John Calhoun en 35 puestos militares, se han hecho experiencias sin interrupcion siguiendo un plan uniforme y reducido los resultados á medias calculadas por dia, por mes y por año. Se han adquirido así ideas mas exactas que las que estaban casi universalmente extendidas en tiempos de Jefferson, de Barton y de Volney. Esta línea de observatorios se extiende desde la punta de la Florida y la isla de Thompson ó Key-West (Lat. 24° 33') hasta Council Bluff, sobre el Missouri, y unien-

---

(1) Llamamos la atencion de nuestros lectores sobre la analogía de las zonas, mas bien que regiones, de los Estados Unidos y las que en nuestra pátria se consideran, especialmente si se tiene en cuenta la influencia de los lagos en los primeros y del Africa en la segunda.

do á ellos el Fuerte de Vancouvert abraza un espacio de 40° de longitud.

»No podría afirmarse que, en la segunda region, la temperatura media del año sea en suma mas elevada que en la region atlántica. Es cierto que al O. de los Alleghanyos ciertas plantas avanzan mas hácia al N.; pero esto depende en parte de la naturaleza de estas plantas *y en parte de que la temperatura anual se halla diferentemente repartida en las cuatro estaciones*. Las extremidades septentrional y meridional del vasto valle del Misisipi están expuestas á la influencia cálida de los lagos del Canadá y del *Gulf-stream* mejicano. Los cinco lagos, el Superior, el Michigan, el Huron, el Érié y el Ontario, ocupan una superficie de 92,000 millas inglesas cuadradas (11,664 leguas). La reduccion de los extremos térmicos es tan sensible y tan proporcional á su proximidad, que en Niágara (1) (Lat. 43° 15') la temperatura media del invierno es solo medio grado bajo cero, mientras que mas lejos, en el fuerte Snelling, situado en la confluencia del rio de San Pedro y el Misisipi, á los 44° 33', la temperatura media del invierno es de —7° 2' (a). A esta distancia de los lagos del Canadá, cuya superficie está elevada de 162 á 194 metros próximamente por encima del nivel del Oceano, aunque en los lagos Michigan y Huron el lecho sea inferior á este nivel en cerca de 162 metros, *se ha reconocido, por observaciones mas recientes, que el clima tiene precisamente el carácter propio de los continentes, es decir, veranos mas cálidos é inviernos mas frios*. «Está probado, dice Forry, *por nuestras observaciones termométricas, que el clima al Oeste de la cadena de los montes Alleghanyos es mas excesivo que el de la parte que mira al Atlántico* (b).» En el

(1) Dada su situacion entre los tres lagos últimamente referidos, se podría calificar su clima de marítimo.

(a) Véase la excelente obra de Samuel Forry: *the climate of the United-States*, 1842, pág. 37, 39 y 102.

(b) «It is proved by our thermométrical dat that the climate west of the Alleghani Chain is more excesive than that oi the Atlantic side.»

Lo propio sucede en nuestra Peninsula comparando los climas carac-

fuerte Gibson, situado sobre el Arkansas, uno de los afluentes del Misisipi, á los 33° 47' de latitud, aunque la temperatura media del año alcanza apenas la de Gibraltar, se ha visto, en el mes de Agosto de 1834, á la sombra y sin ningun reflejo del sol, subir el termómetro á 37° 7' Reaumur y á 117° Fahrenheit.

»Se duda generalmente hoy de la verdad del aserto tantas veces repetido, pero que no se apoya en ninguna experiencia, que desde el primer establecimiento de los europeos en la Nueva Inglaterra (Pensylvania y Virginia), la destruccion de un gran número de montes á uno y otro lado de los Alleganyos, ha hecho el clima mas templado, es decir, mas cálido en invierno y mas fresco en el verano. La série de observaciones termométricas, que ofrecen resultados ciertos, asciende apenas en los Estados Unidos, á 78 años. En las que se hicieron en Filadelfia, se ve que, desde 1771 á 1824, el calor medio del verano apenas ha aumentado 1° 2' Reaumur, lo que se atribuye al engrandecimiento de la ciudad, al progreso de la poblacion y al número creciente de máquinas de vapor. Tal vez tambien este aumento anual de temperatura fuera puramente casual; pues durante el mismo período, hay un descenso de 0° 9' en la temperatura media del invierno (1). A escepcion de este sin

---

terísticos de la meseta central y la pendiente septentrional y mucho mejor aun con el de la costa de levante, que por su situacion pueden con mucha justicia compararse á los de las regiones, ó mas propriamente dicho zonas. norte americanas, á que Forry se refiere.

(1) Debemos hacer observar que al espresar las temperaturas se usan grados y minutos, cuando es de suponer que los últimos sean décimas de grado, lo que no es lo mismo.

No comprendemos como el eminente Humboldt se esplica en los términos que lo hace, cuando es fácilmente comprensible, sin que se atribuya á causas fortuitas, el crecimiento de la temperatura en los veranos y el descenso en los inviernos, aunque permaneciera, que no lo dice, la media anual constante, pues para ello basta tener presente que tales resultados se observan siempre que los climas moderados, por cualquier motivo, se hacen mas continentales, como así mismo pudiera haberlo deducido de las modificaciones del propio de Salem: esto nos hace sos-

*embargo todas las demás estaciones se han hecho mas cálidas.* Experiencias continuadas durante 33 años en Salem (Massachusetts), no han comprobado absolutamente cambio alguno (1). *Apenas durante este tiempo se halla entre las diversas medias (¿anuales?) una oscilacion de 1.° Fahrenheit (2), y los inviernos de Salem, lejos de haberse templado por consecuencia del pretendido descuaje de los montes, se han enfriado, en 33 años, en 1° 8' de Reaumur (Forry, Climate of the United States, pág. 97, 101 y 107),»* lo que hace suponer que los calores estivales habian tambien aumentado como en Filadelfia, porque no de otro modo podría resultar constante la media anual.

El ilustre M. Bousingault, que en su «Economía rural» tanto empeño puso en demostrar la benéfica influencia hidrológica de los montes consignando datos y razonamientos interesantísimos, de que nos harémos cargo en el estudio siguiente, limitóse, relativamente á la que tienen en la temperatura del aire, á patentizar su conformidad con la opinion del eminente Humboldt y á hacer otras vagas indicaciones, que, aunque no siempre con justicia, han dado ocasion á tan equivocados conceptos sobre la suya, que en cierto modo no es de estrañar se la haya supuesto contraria á aquella por algunos enemigos de los montes, poco inteligentes es verdad en esta materia, aunque sí que en este error hayan incurrido tambien algunos de sus mas inteligentes y acérrimos defensores y muy especialmente el benemérito M. Becquerel; esto nos obligará á examinar con el detenimiento posible cada uno de los párrafos de la obra mencionada, de que algo puede colegirse, á fin de que al ocuparnos despues de la justicia con que el último y otros han hecho la calificacion errónea, que dejamos indicada, nuestros lectores queden completamente convencidos del fundamento con que la rechazamos.

---

pechar si el traductor de la obra original habrá interpretado mal las opiniones del autor.

(1) Sin duda en la temperatura media anual.

(2) Un grado Fahrenheit equivale á 0°377 de Reaumur y á 0°471 cent.

Al demostrar que la distribución del calor no depende solo de la latitud sino también de muchas otras condiciones dice (t. II, pág. 677): «*El suelo, según que es árido, pantanoso ó cubierto de montes extensos, no se calienta en el mismo grado;*» pero dando la preferencia entre todas las causas á la posición continental del lugar de observación, continúa explicando esta con muchos detalles y haciendo caso omiso de las otras, hasta que al hablar del *decrecimiento de la temperatura en la atmósfera* (pág. 682) dice, que influye en la correspondiente á un punto determinado: «*la radiación de las mesetas caldeadas, la naturaleza y el color de las rocas, la abundancia de los montes, la humedad ó la aridez del suelo, la proximidad de los ventisqueros, la preponderancia de los vientos mas ó menos fríos, mas ó menos secos, la acumulación de las nubes, etc...*» y para demostrar que los volcanes en actividad no tienen influencia cita á Puracé, Pasto y Cumbal, que, aunque están bajo ellos, no tienen climas mas cálidos que Bogotá, Santa Rosa de Osos y el Páramo de Hervé situados sobre terrenos de gres ó de sienita, así como para justificar aquella consigna en extracto parte de las observaciones que hizo «en las cordilleras, entre los 11° de lat. boreal y los 3° de lat. austral para determinar la temperatura media á diferentes alturas» (querrá decir altitudes) sin que deduzca de tales datos consecuencia alguna concreta relativamente á la influencia térmica de los montes, como se ha supuesto equivocadamente.

No sucede lo propio al hablar del rocío, ya que después de dar á conocer las causas que le producen, dice en la pág. 718: «*En los climas tropicales, los montes contribuyen á bajar la temperatura, á la producción y conservación de los manantiales, haciendo pasar el vapor acuoso del aire al estado de rocío,*» en apoyo de lo que cita un hecho sorprendente, de que nos haremos cargo en el siguiente estudio; pero sobre todo en el párrafo siguiente es en donde patentiza su opinión enteramente conforme con la de Humboldt, como verán nuestros lectores, pues dice así:

«Es posible que la traspiracion de las partes verdes de los árboles se una al rocío y aumente la intensidad del fenómeno que describo, pero me inclino á creer que el enfriamiento de las hojas por radiacion tiene la mayor influencia en la produccion de la humedad (1). Es cierto que, de todas las hojas que revisten la copa de un árbol, aquellas, cuya superficie en todo ó parte irradia libremente hácia el espacio, interceptan, á manera de pantalla, la radiacion de las ramas inferiores, tanto mas cuanto que los bosques del ecuador son tan espesos, que muchas veces se hacen impenetrables á la luz. Pero, como lo ha hecho observar M. de Humboldt, si las ramas que coronan un árbol se enfrían directamente por emision, las situadas inmediatamente debajo darán, irradiando hácia la parte inferior de las hojas ya enfriadas, mas calor del que reciben de ellas; su temperatura bajará necesariamente, y este enfriamiento se propagará de arriba abajo hasta que la masa entera del árbol de él participe. Así es como el aire ambiente, circulante entre las hojas, se enfría durante las noches claras; para juzgar de la influencia que un suelo forestal ejerce sobre el descenso de la temperatura de una comarca, basta recordar con M. de Humboldt, que en razon de la multiplicidad de sus órganos foliáceos, un árbol, cuya copa presenta una seccion horizontal de 40 metros cuadrados, influye realmente sobre el enfriamiento de la atmósfera por una superficie muchos millares de veces mas extensa que esta seccion. (Humboldt, Asia central, tomo III, pág. 303).

Sin detenerse en mas amplias esplicaciones habla despues de la lluvia y no vuelve á citar la influencia térmica de los montes hasta la pág. 730, en que, proponiéndose demostrar *la de los descuajes en la disminucion de las corrientes*, dice: «Es una cuestion importante y hoy generalmente agitada, saber si los trabajos agrícolas de los hombres pueden modificar el clima de un país. *Los grandes descuajes, las desecaciones de los*

---

(1) En el artículo siguiente demostraremos que ninguna ó muy poca corresponde á la exhalacion acuosa durante la noche.

*pantanos tan influyentes sobre la reparticion del calor en las diferentes estaciones del año, ¿influyen tambien sobre las aguas vivas (corrientes perennes) que riegan una comarca, sea disminuyendo la cantidad de lluvia, sea permitiendo á las aguas pluviales una evaporacion mas rápida, cuando los montes han sido apeados y transformados en grandes cultivos?»*

Y como aquí lo que hace es presentar el problema hidrológico se ocupa desde luego en plantearle y resolverle con gran número de interesantísimos datos.

Reasumiendo, podemos decir: que M. Bousingault aceptó completamente la opinion del eminente Humboldt incurriendo, como él, en la falta de exagerar la influencia de las hojas de los árboles en el descenso de la temperatura y en no haber tenido en cuenta las condiciones características de las dos épocas de la vegetacion, activa y pasiva, si bien hizo patente su presentimiento al hablar, sin demostrarlo, de la *diferente distribucion del calor en las estaciones*, que hubiera mejor apreciado sin aquel olvido comprendiendo y demostrando la grandísima importancia de los montes en tal concepto, ya que con justicia lo hizo de los inconvenientes de los climas continentales y la importancia suma, que en la vegetacion tiene la distribucion de la temperatura en las estaciones y la poca de la media anual, que tanto preconizan los que desconocen las necesidades de la vida orgánica y la influencia en ella del clima; pues que, puédesse asegurar, como en el artículo siguiente demostraremos, que los montes influyen directamente en la temperatura del aire exactamente como lo hacen los mares, es decir, disminuyendo los calores estivales y los frios del invierno.

Los ilustres Arago y Gay-Lussac emitieron, en el seno de la comision nombrada en 1836 para examinar si procedia ó no la derogacion del art. 219 del Código forestal (1), su opinion en los términos siguientes:

---

(1) En el citado artículo se establece la prohibicion del descuaje de los montes particulares sin permiso de la administracion forestal: como con él se atacaba sin limitacion el derecho de propiedad, en muchas oca-

«Si se apareara una línea de montes sobre la costa marítima de la Normandía ó de la Bretaña, decia el primero, estas dos comarcas serían accesibles á los vientos del O., á los vientos templados que vienen del mar. De aquí una disminucion en el frio de los inviernos. Si un monte semejante se descuajara en la costa oriental de la Francia, el viento glacial del E. se propagaría allí mas fuertemente y los inviernos serían mas rigurosos. La destruccion de una línea de montes habría, pues, producido en uno y otro punto efectos diametralmente opuestos.

»En mi concepto, decia Gay-Lussac, *no se ha adquirido hasta ahora ninguna prueba positiva* de que los montes tengan *por sí mismos* una influencia real sobre el clima de una gran comarca ó de una localidad particular. Examinando de cerca los efectos del descuaje, se hallaría *tal vez* que, lejos de ser un mal, es un beneficio (1); *pero* estas cuestiones son tan complicadas, cuando se las examina bajo el punto de vista climatológico, que la solucion es muy difícil, por no decir imposible (2).»

siones dió lugar á reclamaciones, especialmente por extenderse á todos los montes mayores de 4 hectáreas, no cerrados como parques y jardines, fuera cualquiera su situacion, hasta que la ley de 18 de Junio de 1859 en vista de aquellas concretó la prohibicion á los que se reconozcan necesarios: «1.º Para la conservacion de la tierra en las montañas y pendientes; 2.º Para la defensa del suelo contra las erosiones é invasiones de los arroyos, rios y torrentes; 3.º Para la existencia de los manantiales y aguas corrientes; 4.º Para la proteccion de las dunas y de las costas contra las erosiones del mar y la invasion de las arenas; 5.º Para la defensa del territorio, en la parte de la zona fronteriza que se determine por un reglamento de administracion pública (se expidió éste con decreto de 13 de Julio de 1861); y 6.º Para la salud pública.

(1) Algunas veces ¿quién lo duda? Así se desprende de lo que hemos dicho y diremos relativamente á la múltiple influencia de los montes en el clima y en la economía de los pueblos; á estos casos probablemente se referiría M. Gay-Lussac. como parece indicarlo que inmediatamente despues diga ser imposible resolver, sin duda en absoluto, la cuestion de que se trata; lo que en nuestro concepto significa que físico tan eminentemente lo que combatía era que se establecieran principios concretos absolutos, cuando lo bueno ó malo de la influencia depende de las condiciones propias de cada lugar.

(2) Becquerel.—Des climats, etc. . . . . pág. V y VI.

Se ha apreciado con tanta injusticia la opinion de los cuatro anteriores físicos eminentes; tan en abierta contradiccion se les ha puesto y tanto con ello se ha hecho dudar á la pública opinion y causado á los montes perjuicios tantos, que nos creemos obligados á tomar en cuenta tales apreciaciones sin esperar á emitir las creencias del ilustre M. Becquerel y las elucubraciones de nuestro adversario M. Vallés, siquiera nos concretemos por ahora á discutir las del primero aplazando las del segundo, no de tanta autoridad en el mundo científico, porque importa á nuestro objeto, importa á la ciencia que se desvanezcan las nubes, que se aclare la verdad y con ella quede en el lugar que le corresponde la memoria de aquellos sabios eminentes, aunque para ello con profundo sentimiento hayamos de combatir al ilustré defensor de los montes, al por tantos conceptos benemérito y simpático á los forestales M. Becquerel.

Relativamente al primero dice (1): «M. de Humboldt, que ha reunido un gran número de observaciones hechas sobre diferentes puntos de la América septentrional, *ha buscado si la temperatura media habia experimentado cambios desde cierto número de años.....*» y como despues continúa dando á conocer las regiones en que aquel consideraba divididos los Estados Unidos, las observaciones termométricas que en ellos se habian hecho en los 35 puestos militares y los resultados con ellas obtenidos, de todo lo que nos hemos ocupado anteriormente, evidente é indudable es que no hace á otras referencia y por lo mismo es infundada apreciacion el considerar que los trabajos de Humboldt tendieran á demostrar si habia ó no cambiado la temperatura media, cuando, como ya hemos dicho, su objeto era probar la sin razon con que Jefferson, Barton y Volney aseguraban de que con el descuaje de gran número de montes los inviernos se habian hecho mas cálidos y mas frescos los veranos, deduciendo él que sin variar la tem-

---

(1) Des climats, etc. . . . . pág. 357.

peratura media se observaba lo contrario muy especialmente en Salem; por lo mismo ni era procedente poner la disyuntiva, que emplea M. Becquerel en la pág. 359, ya que aquel no dijo, al menos que sepamos, que con el descuaje *mejorara la temperatura media* por mas que en términos generales espresara la triple accion frigorífica de los montes, ni tampoco podia reprochársele que desconociera que sin cambiar aquella podian haberlo hecho las estacionales, como dice M. Becquerel en su memoria de 1863, pág. 41; pues que de ellas se hizo cargo con referencia á varios puntos, como así consta de los párrafos, que de sus Cuadros dejamos trascritos; de todo lo que se deduce, que el último no interpretó bien las ideas de Humboldt, aunque, á nuestro juicio, este no se esplicó con la necesaria claridad relativamente á estos puntos, como antes de ahora hemos expuesto, si su obra está fielmente traducida.

En su memoria de 1863 (pág. 105) el ilustre M. Becquerel, despues de consignar la opinion del eminente Humboldt, tal como la ha comprendido, dice: «M. Bousingault, como se ha visto precedentemente, *ha llegado á conclusiones contrarias*, pues que muestran que la abundancia de los montes y la humedad, que resulta de ellos, tienden á enfriar el clima, y que la sequía y la aridez producen un efecto contrario.»

Téngase presente que las esplicaciones, á que se refiere, se reducen á consignar, que de las observaciones hechas en el nuevo mundo por Bousingault, Humbolt, Roulin, Rivero, etc. en las localidades comprendidas entre los 11° lat. N. y los 5° lat. S., cuya temperatura media se obtuvo muchas veces directamente por la observacion termométrica á 3 decímetros por debajo de la superficie del suelo, observaciones discutidas ó, mejor tal vez, recopiladas, por el 1.º, resulta que la temperatura media de la zona tórrida varía de 26°'5 á 28°'4 y *que la abundancia de los montes, etc.*, consecuencia que se deduce de la comparacion de todas las indicadas observaciones (copiadas por M. Becquerel en su obra «Des climats, etc.», pág. 142 y siguientes y extractadas por M. Bousingault en su «Economie

rurale, t. II, pág. 684) cuando no se tienen en cuenta todas las causas locales que tienden á producir el efecto que el termómetro señala; es de suponer que el 2.º lo creyó así, cuando de ello hizo en cierto modo caso omiso al emitir su opinion; pero sea de esto lo que quiera, aun en el supuesto de que así se hubiera espresado ¿puedese de aquí deducir que su opinion era contraria á la de Humboldt?, porque la verdad es que esto se ha sostenido y esto es lo que nos importa aclarar, ya que no concebimos en qué se funda esta opinion, cuando, segun antes hemos consignado, Bousingault adoptó por completo la de Humboldt.

¿Procederá acaso de la equivocada idea de haber supuesto que este se propuso averiguar si habia ó no variado la temperatura media de Virginia y Pensilvania antes y despues del descuaje de los montes, *encontrando que no*, cuando el 1.º ha hallado diferencias entre las temperaturas medias propias de los lugares húmedos y boscosos y las que á los áridos y secos de latitudes y altitudes no muy distintas, aunque tampoco iguales, corresponden? Pues si así fuera, nos bastaría recordarles que la equivocacion, que las diferencias no están en la opinion de los eminentes fisicos, que á su crítica sujetan, sino en que esta no se ha usado con las condiciones propias y necesarias: 1.º Porque, como ya hemos dicho, no fué aquél el objeto que Humboldt se propuso ni el resultado general que obtuvo. 2.º Porque se han dejado de tener en cuenta circunstancias tan influyentes como las geonómicas de cada lugar, la exposicion y los abrigos. 3.º Porque se comparan cantidades heterogéneas, ya que los resultados de uno se referían á la comparacion de temperaturas correspondientes á distintos tiempos en los mismos lugares y los del otro á las características de lugares muy distintos y tiempos próximos. 4.º Porque se ha olvidado, que mientras los de Humboldt procedian de observaciones termométricas repetidas, los de Bousingault se obtenian directamente de observaciones *únicas*, que solo podian facilitar datos aproximados; y 5.º En fin, porque si el último hubiera



justifican, podría sospecharse que no estaban conformes y esto no es probable, ya que sería inferir una grave ofensa al primero pensar que desconocía que los montes obraban como abrigos; pudo sí, y debió combatir la exageracion, que aquella opinion encierra tomada en absoluto y en el grado de importancia que parece se la daba, pero no desconocer la verdad del principio en que se funda, como muy oportunamente lo consigna M. Becquerel en su memoria de 1865 (pág. 78) haciéndose cargo aisladamente de tal opinion, mas nunca negar un principio, una verdad conocida de todos, hasta del mas ignorante labriego.

Ahora bien, si se considera que uno habló de la influencia de los montes *como abrigos*, indudablemente con alguna exageracion, y el otro de la *dificultad, por falta de datos*, de conocer la que tienen *directamente sobre la temperatura*, es incuestionable que no hay la *divergencia, la contrariedad* que se supone; pues que si tal sucediera, no sería admisible que ambas opiniones *puieran* ser ciertas y sin embargo nadie, que conozca la múltiple influencia de los montes, podrá sostener en absoluto lo contrario, aunque no esté con ellas conforme; es decir que no se excluyen mutuamente y por lo mismo no pueden ser contrarias, si no se lleva la consideracion al *grado de importancia, que uno y otro daban á la existencia de los montes*, bajo cuyo punto de vista pudiera sí decirse que ambos no la consideraban á igual altura, aunque nada absoluto encierran ambas opiniones.

Si, como dice M. Vallés (1), *puede inferirse de algunos escritos de M. Arago, que no cita, (2) que parece inclinarse este á la opinion de que el descuaje de los montes disminuye á la vez*

(1) Obra citada. . . . . pág. 80.

(2) Este defecto de M. Vallés tiene grandes inconvenientes, siendo uno el de que se ponga por algunos en tela de juicio su buena fe en la discusion; nosotros sin embargo de no pensarlo así, creemos no obstante una ligereza no comprobar formalmente aserciones semejantes, ya que de ellas depende el crédito de personas eminentes; por eso en casos tales copiamos párrafos enteros de otras obras en vez de reasumir su con-

*el frío del invierno y el calor del estío, aunque, dice, se espresa muy confusamente;* entonces si podría compararse esta opinion con la emitida por M. Gay-Lussac en lugar de hacerlo con las antes expuestas y esto solo en el caso de que como el último se refiera á la influencia directa de los montes en la temperatura, sino no.

La opinion sobre punto tan importante del ilustre M. Becquerel pudiera deducirse fácilmente de lo que dejamos consignado y de lo que harémos constar al exponer y demostrar la nuestra, ya que á cada paso citarémos sus observaciones y consecuencias; pero teniendo en cuenta la necesidad indeclinable de darla á conocer con exactitud, no dejarémos de ocuparnos de ella en este lugar, si bien aquella circunstancia y la necesidad de reducirnos en lo posible nos obligan á exponer las que ha tenido en épocas distintas tan celebrado y respetable meteorologista sin hacer extensos comentarios á las dudas y vacilaciones, que, en nuestro concepto, aparecen en sus obras al tratar cuestion tan grave y delicada, dudas y vacilaciones que son naturales y en nada hacen desmerecer su respetabilidad, porque no contaba con los datos necesarios para resolver problema tan difícil y tuvo la desgracia de disponer solo de algunos inadmisibles para ello, que le han inclinado mas bien al error que á la verdad, apesar de su reconocida competencia; por lo mismo que así lo creemos y aunque nos veamos precisados á combatir muchas veces su opinion, cumplimos con gusto el deber de consignar que *en la resolucion del gran problema de la influencia de los montes pocos han tomado una parte mas activa y llevado á cabo trabajos mas útiles, no precisamente por sus resultados inmediatos, sino porque han desbrozado la áspera senda por donde debe llegarse con seguro paso al fin apetecido;* así, pues, no estrañarán nuestros lectores que critiquemos sus conceptos y opiniones y al mismo tiempo le consideremos como uno de los mas ilustres defensores de tenido en pocas líneas, aunque obrando así pierdan nuestros escritos mucho de su poca galanura y precision.

los montes y por lo tanto digno de todas las simpatías y respetuosa consideracion de los forestales.

En 1833 (1) M. Becquerel admitía que los montes obraban como causa frigorífica en los tres conceptos espresados por M. Humboldt, pero como éste no habia encontrado que hubiera cambiado la *temperatura media*, segun aquél, y M. Bousingault sí que fuera diferente la de las localidades boscosas y consiguientemente húmedas de la correspondiente á las áridas y secas, no apreciando en todo su valor las consecuencias por aquellos deducidas, ni la razon de sus diferencias, como ya hemos dicho al hablar de cada una de ellas, parece admitirlas todas, si bien esplicando que tal pudiera suceder por haber cambiado la temperatura en las diferentes estaciones, consiguientemente el clima y sin que por ello resultara diferente la media anual; pero como inmediatamente despues esplica que si en el curso de los siglos el Sahara se poblara de monte resultaría mas frío el clima de la Europa en sus latitudes medias, porque los vientos del S. no irían á ellas á prestarlas su temperatura; es indudable que creía que los montes obran por influencia directa como causa frigorífica, si bien el efecto que producen sobre la temperatura media no es tan grande en Europa como en América, sin duda por la desigualdad en los dias y estaciones y que tal efecto no podía conocerse mientras no se hicieran en la parte occidental de nuestro continente numerosas observaciones en los lugares boscosos y no boscosos.

En 1863 despues de practicadas las observaciones termométricas, á que nos hemos antes referido, varió algun tanto su opinion en vista de los resultados, que las mismas le ofrecieron, y así no es de estrañar que despues de exponer ligeramente las opiniones de los ilustres M. M. Humboldt y Bousingault emita la suya en los términos siguientes (2):

«Mis observaciones, dice, demuestran además que *los árboles calentándose ó enfriándose bajo la influencia de la radiacion*

---

(1) Des climats, etc. . . . . pág. 148 y 360.

(2) Memorias citadas de 1863. . . . . pág. 42.

solar ó la nocturna, como todos los cuerpos que están en la superficie de la tierra y tanto mas cuanto que tienen un poder emisor mas considerable, calientan ó enfrian el aire ambiente, de donde resulta en primer lugar una corriente de aire cálido ascendente, en segundo lugar una corriente de aire frio descendente, que tiende á enfriar el suelo por la mañana, mientras que en el dia se produce el efecto contrario. Las corrientes de aire cálido, trasportadas por el viento, pueden mejorar la temperatura de las localidades vecinas, ó bien el aire elevándose pierde una porcion del calor sensible, que se convierte en calor latente. En cuanto á la temperatura media anual solo difiere en  $0^{\circ},28$  de la del aire libre, observada con el termómetro eléctrico (1). Este pequeño exceso tendería á confirmar las observaciones hechas en los 35 puestos militares de la América septentrional, las cuales prueban que los grandes descujes, que han tenido lugar desde el principio del siglo, no han modificado sensiblemente la temperatura media del norte de la América (2).»

En su memoria de 1865 despues de consignar (pág. 73) que:

«La accion de los montes sobre el clima de una comarca es muy compleja, pues depende: 1.º de su extension, de su elevacion, de la naturaleza del suelo y de la del sub-suelo (3);

---

(1) Esta diferencia es la que corresponde próximamente á la media diurna durante el período de los dos años, segun aparece en el estado 5.º de los antes insertos, á los valores de M y A; de manera que aquí M. Becquerel toma los valores del termómetro A, que, como recordarán nuestros lectores, está á 16 m. sobre el suelo y 6 sobre el gran anfiteatro, por temperatura del aire ambiente, sin hacer mencion de las diferentes alturas de M y A, ni recordar lo que ha dicho sobre el crecimiento de la temperatura del aire con la altura, con lo que dá una prueba mas de la ofuscacion que en él han producido sus observaciones referidas.

(2) No es esto lo que comprobó ó por lo menos lo que consigna el eminente Humboldt, segun ya dejamos manifestado.

(3) En 1833 (Des climats, etc. pág. 141) decia: «En cuanto á la constitucion geológica del país no parece ejercer una marcada influencia en el clima.» Esto se consignaba precisamente al discutir los resultados termométricos encontrados en las Cordilleras, de los que se dedujo que los lugares boscosos y húmedos tienen temperaturas medias anuales mas

2.º de su orientación con relación á los vientos cálidos ó fríos, secos ó húmedos; 3.º de la edad á que se cortan, de su especie, es decir si son de hojas caducas ó persistentes, *atendido á que los poderes radiante y emisivo no son los mismos en todas las estaciones*; 4.º de la estación de las lluvias, esto es, si son de verano, de otoño ó de invierno; 5.º de la proximidad de los pantanos pestilenciales, etc.» explica la influencia que aquellos tienen en los diversos factores del clima y con este motivo critica á M. Arago de haber pecado de exageración (pág. 78 y 80) y á M. Gay-Lussac de no haber hecho mas que presentar cuestiones sin resolverlas concretamente y si solo haber hecho indicaciones analíticas (pág. 82).

En la pág. 83 consigna los resultados obtenidos por M. Melloni en las experiencias relativas al enfriamiento que experimentan ciertas sustancias bajo la influencia de la radiación nocturna, que son los siguientes:

Sustancias.	Relacion en los efectos del enfriamiento.
Plantas de hojas lisas. . . . .	103
Arena silícea. . . . .	103
Tierra vegetal. . . . .	92

*«Pues siendo el poder absorbente igual al emisivo, dice M. Becquerel, se debe admitir que las sustancias en el mismo tiempo deben caldearse en las mismas relaciones (1).»*

bajas que los secos y áridos, cuando basta precisamente el enunciado de la cuestión para comprender que la influencia principal, característica, está en las condiciones físicas del suelo ó mejor aun de la superficie expuesta á los rayos solares. Esto, que patentiza que no pueden tales datos servir para demostrar la influencia térmica de los montes, lo hace así mismo de las preocupaciones de que ha sido víctima tan ilustre físico y la justicia de nuestros anteriores razonamientos.

(1) Con honda pena señalaremos las continuas distracciones de tan ilustre físico.

¿Puedese admitir este aserto sin olvidar que las funciones de las plantas no son iguales de día que de noche y que en ellas no influye lo mismo la radiación calorífico-luminosa del sol que la calorífica no luminosa

En la pág. 87 condensa el juicio formado en los términos siguientes:

«Esta influencia (la calorífica de los montes) ha sido establecida como sigue por M. Humboldt y los *meteorologistas* (1).

»Abrigan el suelo contra la radiacion solar, conservan en él mayor humedad y convierten mas fácilmente en *humus* las hojas y ramillas que se caen; obran como causas frigoríficas produciendo una poderosa traspiracion acuosa por las hojas y multiplicando por la expansion de las ramas las superficies *que se calientan por la radiacion solar y se enfrían por la accion de la radiacion nocturna*. Relativamente á esta accion experiencias positivas demuestran, que la capa de aire en contacto con una pradera ó un campo cubierto de yerbas ó de vegetales hojosos se enfría, en igualdad de las demás condiciones, con la radiacion nocturna muchos grados, algunas veces de 6 á 7 y hasta 8 mas que el aire superior en algunos metros; *mientras que nada de esto sucede en un suelo desnudado que se calienta ó se enfría segun la naturaleza de las partes que le componen* (2). *Añadiremos, como lo hemos demostrado, que las hojas, así como el tronco y las ramas, calentándose bajo la influencia solar y conservando durante la noche una porcion del calor adquirido, debe este efecto contrabalancear el que resulta de la radiacion nocturna. No se habia tenido en cuenta hasta ahora el caldeamiento solar de los árboles, que ejerce una in-*

---

de otros cuerpos? ¿No seria á él consiguiente que siendo tales poderes iguales en la arena y en las hojas en nada variaría la influencia térmica del Sahara si en el trascurso de los siglos se poblara de monte contradiciendo lo que con razon ha sostenido M. Becquerel en varias ocasiones? ¿Podría admitirse con este principio lo que dice en las pág. 87 y 88, ni explicarse los resultados de las observaciones en el Jardín de plantas y en Montargis, de que mas adelante nos ocuparemos? En nuestro concepto no.

(1) No tenemos noticia que otros que él admitan lo relativo al poder absorbente de los montes.

(2) Esto contradice el principio por él sentado en la pág. 83 de su memoria corroborando nuestras anteriores objeciones, como es fácil de comprender.

*fluencia bastante grande sobre la temperatura del aire bajo y fuera de los mismos.»*

En la pág. 90 de la misma memoria dice:

*«La temperatura de un árbol no es la misma en todas sus partes. Si las hojas y las ramas se ponen pronto en equilibrio con la temperatura del aire, el tronco no tarda mas en hacerlo hasta la profundidad de 0'4 metro.»*

*«Los efectos son diferentes en los árboles expuestos á la radiacion solar, segun que estos últimos estén cerca ó lejos de objetos que absorban é irradien el calor: cerca de un muro de un espesor de 2 metros se hallaba un ciruelo cubierto de hojas y de frutos en el mes de julio; este árbol tenia 6 metros de altura y 0'35 m. de diámetro; la diferencia entre el máximum y mínimum ha sido durante muchos dias de 24° á 25° y la temperatura en el interior del árbol se ha elevado hasta 37°; estas condiciones no podian menos que enervar el árbol; así fué que las hojas se marchitaron poco á poco, los frutos cayeron y todo anunciaba una muerte próxima, la que tuvo lugar un mes despues; se produjo entonces un efecto que los jardineros llaman golpe de calor.*

*»Se vé, pues, que un árbol se calienta en el aire como un cuerpo inerte y tanto mas rápidamente cuanto menor volúmen tiene y que su corteza tiene un poder absorbente mas considerable (1).»*

En la pág. 102 en corroboracion de su teoría cita el hecho siguiente:

*«Todo el mundo sabe que durante los calores del estío, al*

---

(1) Estos párrafos ponen bien claramente de manifiesto la confusion, en que á M. Becquerel han puesto sus malhadadas experiencias.

En efecto, si los árboles absorben el calor solar con la misma intensidad que la sustancia que *mas*, como deduce malamente de la potencia emisiva ¿qué necesidad tienen de estar cerca ó lejos de los muros para hacerlo en grande escala? ¿Cómo puede deducirse en tal supuesto que dependiera su temperatura de la del aire, cuando debiera suceder lo contrario?

¿Por qué en las circunstancias que esplica murió el ciruelo y no lo ha-

medio día, se encuentra uno agobiado por un calor sofocante en los bosques. Se ha atribuido este efecto únicamente á la ausencia de corrientes de aire; esto puede ser verdadero hasta cierto punto, pero la causa del caldeamiento es esta: *una vez que las ramas y las hojas de los árboles se han calentado, se convierten en focos de calor*» (1).

En la pág. 108 dice:

«Deducimos de aquí que cuando un terreno arenoso es descuajado, la temperatura local debe elevarse y con tanta mayor razon cuanto que la causa de enfriamiento ya no existe;» (2) pero como sin duda no ha olvidado completamente lo que tiene antes dicho, en la página siguiente manifiesta que por la complejidad de la cuestión no puede determinarse la resultante de tantas acciones solo por las temperaturas medias; pro-

---

cen los que lejos de los muros reciben directamente rayos solares mas intensos que los que mataron aquí?

¿No explica este mismo hecho que en la vegetacion no influyen lo mismo los rayos calorífico-luminosos del sol que los calorífico no luminosos ú oscuros del aire y cuerpos que rodean las plantas?

No nos podemos explicar como tan ilustre fisico ha podido confundir el calor del sol con la temperatura del aire, como lo hace en las páginas citadas y en las 95, 97, 98, 101 y otras muchas.

(1) El efecto descrito se observa principalmente en las pendientes meridionales y en las grandes barrancadas, cuando la atmósfera está tranquila ó al menos poco agitada, pero es de advertir que si con tales condiciones se reciben los rayos del sol en localidades análogas, pero despobladas de arbolado, los efectos son *muchísimo mas pronunciados*, como saben muy bien los que en verano recorren las montañas y hemos tenido la dolorosa ocasion de observar muchas veces: entre los montañeses es muy sabido que quien huya del calor del verano y del frío del invierno debe buscar el camino que serpentea por lo mas frondoso de los montes separándose cuanto pueda de los yermos y despoblados, ó como sobre la presència de Dios decia Melendez:

Si entonces al bosque umbrío  
corro, en su sombra estás; y allí atesoras  
el frescor regalado,  
blandando alivio á mi espíritu cansado.

(2) Esta consecuencia no es lógica en el supuesto de que fuera cierto lo que dice en la pág. 83, ya que si las arenas se calientan y enfrían lo mismo que las hojas, ninguna diferencia debiera resultar que la radiacion solar y nocturna obraran sobre unas ó sobre otras.

pone por lo mismo que se observen las máximas y mínimas, que tanta influencia tienen en la constitucion del clima, y que *se tenga en cuenta la naturaleza del suelo*; finalmente en la pág. 111 concluye diciendo *que la influencia de los árboles para enfriar el aire no es tan grande como se habia pensado y que el estado del suelo modifica singularmente esta influencia.*

No creemos necesario hacer por ahora mas objeciones á la opinion de M. Becquerel que las ya consignadas anteriormente; pues nos parecen mas que suficientes, paraque se considere aquella inadmisibile en el sentido que la dá tan ilustre meteorologista.

Aunque incurriendo en repeticiones enojosas, hemos procurado dar á conocer las opiniones emitidas ó atribuidas á los mas celebrados meteorologistas sobre la influencia térmica de los montes y la poca justicia con que el ilustre M. Becquerel ha considerado contradictorias algunas de ellas estableciendo una teoría inadmisibile; tócanos al presente examinar la crítica que nuestro ilustrado adversario M. Vallés de ellas hace y su manera de resolver la cuestion.

Porque M. Becquerel ha dicho: *«que piensa como todos los meteorologistas que se han ocupado de medidas hidrométricas, que la existencia de los montes regulariza la llegada del agua á los depósitos naturales é impide la formacion de los torrentes así como el aumento rápido de las aguas en los arroyos..... etc.»* M. Vallés le reprocha bastante duramente y pretende justificar sus ideas y catilinarias consignando á su manera las opiniones de aquel para compararlas con las de Bousingault, Humboldt, Arago, Gay-Lussac, etc. de que nos hemos antes ocupado. (1)

Imposible parece que una persona del talento de M. Vallés incurra en defecto tan grave; confundir la influencia hidrológica de los montes con la que tienen en la temperatura y pretender echar el sambenito sobre su competidor, diciendo que no

---

(1) Obra antes citada. . . . . pág. 46 y siguientes.

es cierto que piense como los anteriores respecto á la 1.<sup>a</sup> cuestion, porque así suceda con referencia á la 2.<sup>a</sup> no se concibe sino pensando que M. Vallés está completamente ofuscado, ó que ha procedido con inexcusable ligereza al redactar su obra, ó que ha tratado de confundir mas la cuestion para que la verdad no aparezca; nosotros no podemos admitir en nuestro adversario la mala fé que encierra el último supuesto y por lo mismo creemos sus numerosos errores hijos de los dos primeros, hijos de la preocupacion que tiene hace tiempo embargadas sus facultades y que esperamos ver pronto desvanecida, convirtiendo á nuestro decidido adversario en defensor acérrimo de la benéfica influencia de los montes tal como la espone-mos en *estos estudios*.

Tampoco es cierto, que la opinion pública se haya declarado en favor de la existencia de los montes por la *supuesta uniformidad de pareceres de los sabios meteorologistas*, ni que sea el público que *no reflexiona bastante sobre estas materias* quien tal piensa, como dice en la pág. 45, pues que ni en aquello se funda la opinion unánime de los forestales, ni en ello se basaban las memorias que en 1793 á 1804 dirigieron los Prefectos al gobierno francés corroborando tal opinion, como puede verse en el extracto que de ellas inserta M. Becquerel en su obra de 1853, pág. 317 á 335 y en su memoria de 1863 pág. 43 á 70, ni tampoco se deduce tal supuesto del gran número de artículos periodísticos recopilados por J. Rothschild en 1863 en el libro «*L'alienation des forêts de l'Etat devant l'opinion publique,*» ni á los forestales todos y á los autores de tales memorias y artículos se les puede calificar de gente que medite menos que M. Vallés, (que ya hemos visto y corroboraremos mas adelante que no peca de reflexivo y conocedor de los montes, que tan injustamente ataca,) ni tampoco puede admitirse lo que con tanto énfasis dice en la pág. 54 *de que si en materia de moral y sentimiento la voz del pueblo (1) es voz del cielo, no*

(1) No es el ignorante quien sostiene la opinion contraria á M. Vallés sino las personas mas reflexivas y fieles observadores de los cambios

*sucede lo propio en materias de física y de meteorología*, ya que en la última son muchas veces mas fáciles de apreciar los hechos consiguientes á la desaparicion de causas determinadas y repetidas sobre el campo que desde observatorios no bien situados al efecto, y la observacion del campesino, si bien no se eleva á las causas remotas, se fija mas minuciosamente y con mayor repetición en las próximas, no siéndole necesarios cálculos ni instrumentos para hacer apreciaciones generales en meteorología de mas importancia muchas veces, especialmente cuando se la considera en sus relaciones con la vida, que muchas elucubraciones de los que todo lo confían á los resultados que ofrecen aparatos puestos en condiciones inadmisibles; pensamos por lo tanto que la práctica y experiencia general de los campesinos no debe nunca despreciarse por los científicos, cuya mision es en tan espinosa materia justificar aquellas, separando lo bueno que encierran de las preocupaciones que algunas veces las acompañan, cuando sale su mirada del horizonte estrecho de su observacion. M. Vallés tiene el grave defecto de considerar *como vulgo ignorante* á los observadores que no justifican su opinion en materia de montes y como hombres eminentes en la misma, aunque no los hayan visto nunca de cerca, á los que de una manera ó de otra le dan medios en que fundar la suya; como á tal injusticia y á la dureza de sus cargos no es siempre posible contestar con tono apacible y sosegado, observarán nuestros lectores que, apesar nuestro muchas veces, no discutimos sus peregrinos é infundados razonamien-

---

en los factores del clima, entre los que se cuentan naturalistas y forestales, que no por ser mas modestos cuentan con menos conocimientos teóricos que nuestro arrogante adversario; pero para demostrarle que, aun en el supuesto de que fuera solo el *pueblo no teórico* el que sostuviera las ideas que aquel combate, no tendría razon para desechar sus justas apreciaciones sin prueba irrecusable en contrario, admitimos su gratuita aseveracion demostrando brevemente que son mas fidedignas las observaciones de los pueblos campesinos, que las de muchos meteorólogos: en el curso de esta primera parte encontrarán por lo demás nuestros lectores pruebas irreprochables de la verdad de esta opinion.

tos con la medida que empleamos para con otros adversarios.

Pero dejemos esta cuestion incidental y continuemos nuestra interrumpida exposicion.

Presenta primero la opinion atribuida á M. Bousingault como contraria á la de M. Becquerel, que dice (1) ha hecho madurar una cepa del Jura en una localidad del Loiret, en que no se habia nunca cultivado la vid, *sirviéndose de la radiacion calorífica de un bosque*: basta recordar lo que hemos dicho con referencia á una y otra, para que se comprenda que no pueden considerarse como contrarias en el grado que supone M. Vallés, ya que realmente el 2.º no ha hecho mas que modificar, equivocadamente en nuestro concepto, la emitida por Humboldt y aceptada por el 1.º; por lo demás no hemos visto en las memorias de M. Becquerel lo que se dice de la vid; es casi indudable que en todo caso tal efecto debia atribuirse mas que á otra cosa al abrigo de los vientos frios conseguido por el bosque, y de todos modos esto no justificaria el mentís que con tanta ligereza y poco fundamento M. Vallés ha arrojado á M. Becquerel; por consiguiente, lo que es curioso hasta el extremo es que el 1.º crea que el 2.º no ha dicho verdad al espresar que estaba conforme con los meteorologistas sobre la influencia hidrológica de los montes, porque no lo esté en la que tienen en la temperatura; discurriendo de esta suerte ¿á quién no podiera desmentirse?

Pero dice además nuestro ilustrado adversario, que M. Bousingault no está seguro en la opinion que se le atribuye, (por M. Becquerel), porque en el tomo II, pág. 730, de su *Economie rurale* se espresa así:

«Los grandes descuajes, la desecacion de los pantanos, tan influyentes en la reparticion del calor en las diferentes estaciones del año, etc.» y aquí deja M. Vallés de copiar para decir que aquel dá una opinion mista, que se limita á comprobar una simple diferencia de reparticion de las temperaturas entre las

---

(1) Obra citada. . . . . pág. 46.

*estaciones*, diferencia cuyo efecto final no está indicado, lo que puede dejar en la duda sobre la opinion definitiva del autor.

Si M. Vallés fuera un poco mas meteorologista y un poco mas naturalista comprendería que la *simple diferencia en la distribucion de la temperatura entre las estaciones*, las máximas y mínimas diurnas tienen muchísima mas influencia que las medias anuales (1) en la vida animal y vegetal; si esto hubiera comprendido y si en lugar de limitarse á hacer supuestos hubiera estudiado el libro á que se refiere, habría encontrado los párrafos que hemos citado para comprobar la verdadera opinion del eminente Bousingault aprendiendo á distinguir la importancia de la temperatura media anual, las estacionales, las de los ciclos de vegetacion de cada especie y las extremas, de que aquel se ocupa en diferentes ocasiones y así mismo que lo que dice sobre la diferente reparticion del calor puede solo considerarse como un presentimiento de no poca importancia, si bien tiene razon al decir que estas indicaciones sin mas detalles conducen á dudar de la verdadera opinion de M. Bousingault.

---

(1) «La naturaleza de un clima no depende solamente de la temperatura media sino mas bien de las máximas y mínimas. Por ejemplo, con una misma media, los inviernos pueden ser muy templados ó bastante rigurosos para hacer morir ciertas especies animales ó vegetales y los veranos muy cálidos ó demasiado poco para que ciertos frutos puedan madurar. En París con una media superior á 10° la uva dá un vino apenas potable, mientras que en Astrakhan, sobre el mar Caspio, todos los frutos son esquisitos y sin embargo la media es solo de 9°. Importa por lo mismo considerar separadamente las temperaturas medias del invierno y del verano » Como que las estacionales sirven para caracterizar los climas estremados ó continentales y los uniformes ó marinos Daguin. t. II, pág. 116 y 119. A poco que se reflexione sobre las necesidades y condiciones de la vida animal y vegetal se comprenderá que las medias anuales tienen poquísima importancia y solo sirven para que en los trabajos de gabinete se hagan muchas combinaciones y razonamientos que conducen al error; repetimos que las temperaturas extremas y medias estacionales tendrán siempre mas importancia para resolver todos los problemas de climatología en su aplicacion á la vida; es lástima que nuestro ilustrado adversario no lo haya tenido mas presente, pues que hubiera apreciado mejor las opiniones que critica y la importantísima influencia de los montes, que tan injustamente ataca.

Ocupándose inmediatamente despues (pág. 47) de la del emi-  
nente Humboldt dice:

«No es fácil conciliar la opinion de M. Bousingault, que atribuye á los montes una influencia frigorífica pronunciada, con los hechos de observacion que han conducido á M. de Humboldt á deducir que la destruccion de un gran número de montes no ha cambiado el *clima*.»

¿Dónde ha visto M. Vallés que el 1.º haya supuesto en los montes una influencia frigorífica pronunciada? ¿Dónde ha visto que el 2.º diga que su destruccion no ha cambiado el *clima*? ¿Pues qué este solo consiste en la *temperatura media*? ¿No hemos probado tambien que M. Humboldt no se ocupó precisamente en demostrar si esta habia ó no cambiado sino si lo habian hecho los estacionales durante el período de observacion en los 35 puestos militares de la América del Norte? ¿No ha dicho por el contrario que en Salem sin variar aquella en un grado Farenheit la de los inviernos sí lo ha hecho en 1º,8 de Reaumur y consiguientemente la de los veranos? ¿No ha dicho M. Becquerel precisamente que pudieran haber cambiado las temperaturas estacionales y consiguientemente el clima sin variar la media? ¿No inserta él mismo el párrafo en que M. Bousingault indica que con los descuajes y desecacion ó saneamientos de los terrenos pantanosos se modifican las temperaturas estacionales, á que y á las máximas y mínimas dá tanta influencia en el clima con muchísima razon, pues que de ellas precisamente depende el desarrollo de la vida orgánica? ¿Por qué confunde M. Vallés la temperatura media con el clima, cuando aquella es solo un factor de poca importancia del último y que no le puede caracterizar, porque una misma temperatura media anual corresponde á climas tan diferentes como Bilbao, Ciudad-Real, Madrid y Zaragoza en nuestra Península? ¿Ignora que Pekin con la misma temperatura media que Bretaña tiene el verano mas cálido que el Cairo y el invierno tan riguroso como Upsal? ¿Le parece á M. Vallés que el público defensor de los montes, á quien tan duramente moteja, hubie-

ra nunca confundido cosas tan distintas con ocasion precisamente de combatir á sabios eminentes y siempre respetables, cuyos trabajos tan mal ha comprendido?.....

Ya hemos demostrado que entre las opiniones de M. M. de Humboldt y Bousingault no hay, no puede haber la contrariedad supuesta por los que no las han examinado bajo su verdadero punto de vista y por lo mismo, si M. Vallés se hubiera limitado á consignar la falta de razon con que M. Becquerel habia supuesto contradictorias las opiniones de Humboldt y Bousingault, mas, si en frente de ellas hubiera colocado las modificaciones por aquel introducidas en la de los otros dos, la ciencia tendria que agradecerle este servicio y en buen terreno habria colocado su severa crítica; pero, lejos de hacerlo así, se ha complacido en exagerar las diferencias y hacer supuestos inalicificables.

No interpreta mejor M. Vallés la opinion de los ilustres M. Arago y M. Gay-Lussac.

Del primero dice (obra citada, pág. 49): que se *ha ocupado mucho de estas cuestiones*, aunque no expresa dónde, cómo y cuándo obrando con su característica prudencia, pero que en vano consultando tales trabajos se puede salir de dudas, porque se inclina ya á una ya á otra (de las supuestas contrarias opiniones de Humboldt y Bousingault), que *crece* (Arago) que en esta materia no es posible sentar principios absolutos y *es de parecer* que no podria resolverse esta cuestion sin tener en cuenta la direccion de los vientos dominantes y su temperatura; de estas supuestas dudas se alegra en el alma el referido crítico, porque le autorizan, segun él, para admitir la opinion que mas conviene á sus intereses; pero á esto no se limita, sino que reprochando tal indecision en el ilustre Arago, indecision que, como hemos visto, no existe mas que en no haber sus críticos comprendido el objeto, que se propuso al patentizar en 1836 la influencia de los montes en la temperatura, no directamente sino como abrigos; opinion cuyo defecto es precisamente ser *demasiado absoluta*, sino que, sin decir en que se funda, M. Vallés continúa en los términos siguientes:

«Es, en efecto, permitido inferir de algunos pasajes de sus escritos que despues de haber recomendado (Arago) no afirmar nada, ni nada negar en absoluto, *parece inclinarse á esta suerte de opinion mista, que el descuaje disminuye á la vez el frío de los inviernos y el calor de los veranos.* Se apoya para ello en las observaciones de los americanos; *pero no las discute.* Él de ordinario tan difícil, tan escrupuloso en materia de pruebas, *se limita á un simple expuesto; se diría que señala un punto delicado de la cuestion, mas bien que trate de resolverla,*» de lo que y no olvidando que M. Vallés es buen abogado de su mala causa muchas consecuencias pueden deducirse.

En cuanto á M. Gay-Lussac, se limita á insertar el párrafo, que á su tiempo trascribimos, para dar á conocer su opinion y por fin para hacer resaltar mas las supuestas contradicciones, dudas y vacilaciones de los sábios referidos, hace un resumen de la opinion de todos los anteriores formando un ramillete *artificial*, cuya importancia no es otra que demostrar la inconveniencia de las equivocadas apreciaciones de M. Becquerel y la habilidad que M. Vallés ha desplegado para destruir la oposicion, que el pueblo francés ha hecho siempre á la enagenacion de los montes del Estado y hacia entonces (1865) al proyecto por el Gobierno presentado relativamente á la de 120.000 hectáreas con el objeto de dedicar á obras públicas su importe y que sin embargo tuvo que retirar agoviado por la opinion pública enérgicamente manifestada en la prensa de todos los matices políticos y en la tribuna de ambas cámaras.

No creemos necesario entrar en mas amplios detalles sobre estos particulares, pero sí hacer constar que lejos de ser cierto que M. Becquerel y otros hayan supuesto, como gratuitamente asegura M. Vallés con su acostumbrada ligereza, que relativamente á la influencia térmica de los montes haya uniformidad de pareceres entre los meteorologistas, ha visto en ellas por el contrario diferencias que no existen, como dejamos demostrado.

Tampoco consideramos preciso hacer comentario alguno á las elucubraciones, que nuestro adversario hace en las pág. 52

á 57 sobre los inconvenientes de infundados supuestos, ni á demostrar nos pararemos que nadie mas que él ha pecado de ligero en la resolucion de las mas árduas cuestiones. (1)

«En resúmen, dice M. Vallés, pág. 57, parécenos haber demostrado por una parte, que sería un grande error creer que todos los climatologistas profesan sobre la cuestion de la influencia de los montes una manera de ver uniforme (2); por otra que altas inteligencias han estado en la duda (3) y que en el espíritu de sus sucesores, á medida que nuevas investigaciones se producen, *tiende á prevalecer* la opinion contraria á nuestros adversarios.»

Esto sin embargo no debe ser así, pues ya hemos visto que, segun dice Humboldt, sábio eminente mas fidedigno en estas materias que M. Vallés, la opinion de Jefferson, Barton y Volney, que es á la que se refiere nuestro adversario, ya cuando estuvo aquel en la América septentrional era rechazada por to-

---

(1) M. Vallés tiene la costumbre de exigir en sus adversarios *prueba plena* en confirmacion de sus opiniones reservándose el derecho de sentar las suyas sobre vagos indicios ú observaciones absurdas; cuando se medita un poco sus reflexiones sobre las dificultades de admitir ciertas experiencias meteorológicas porque no son seculares y á vueltas de algunos cambios de palabras y elucubraciones se le vé sentar sus teorías sobre observaciones mal hechas durante un solo año sin espresar muchas veces sus condiciones; cuando se le vé elegir estas tergiversando sus consecuencias y desechar otras mas justas y exactas y que le deben ser conocidas, pues que son de sus compañeros de carrera; cuando se piensa que aunque alguna vez ha tenido necesidad ineludible de reconocer el *pró* solo ha presentado el *contra* para deducir consecuencias y... cuesta mucho trabajo seguir creyendo que discute de buena fé, ya que para ello habria que calificársele de muy ligero ó de muy ignorante en la materia de que con tanta arrogancia se ocupa.

(2) Téngase presente que las diferencias halladas son las que malamente supuso M. Becquerel con referencia á la influencia térmica de los montes, que M. Vallés ha exagerado bastante cambiando palabras y suponiendo ideas á los meteorologistas, que hasta ahora no ha probado les pertenecieran y que ya aquí la cuestion de las temperaturas la generaliza á la de los climas.

En el estudio siguiente veremos lo que hay sobre hidrometeoros.

(3) No como supone M. Vallés.

das las personas competentes y allí y en Europa solo la han sostenido despues, los que tienen en ello algun interés, los espíritus ligeros ó los físicos que no se han detenido á examinar detenidamente cuestion tan interesante.

Entre estos, con sentimiento hemos de colocar al ilustre M. Daguin, que en su excelente física al hablar de los climas locales, (t. II, pág. 121) se espresa así: «En cuanto á los montes, *parece* que hacen los climas mas irregulares, pues se ha observado en América, que el descuaje ha disminuido los extremos de temperatura, elevando probablemente un poco la temperatura media. Los montes enfrían las comarcas, que cubren, impidiendo á los rayos solares llegar hasta el suelo, aumentando la superficie radiante, produciendo en la superficie de las hojas una activa evaporacion; además, detienen los vientos del mar y los impiden penetrar en el interior de los continentes;» sin duda el autor no conocia bien la opinion de Humboldt, ni tuvo en cuenta que si los montes sirven de abrigo contra los vientos templados del mar, no lo hacen menos respecto á los extremados continentales estando en nuestra mano utilizar el pró y rechazar el contra, de manera que M. Daguin solo presenta la verdad á medias deduciendo falsas consecuencias, como es fácil comprender.

No puede decirse que M. Vallés no sea *habilidoso*; ya ha preparado el terreno y se dispone á arrojar la semilla de cizaña con que pretende inutilizar la cosecha; pero no faltan escardadores, que arranquen aquella, aunque sus gérmenes se hayan colocado en los lugares mas recónditos.

En la pág. 54 hace constar, que M. de Villeneuve Flayosc, Ingeniero jefe de minas, en sus estudios sobre el departamento del Var niega que se pueda atribuir al descuaje de ciertos montes *las bruscas variaciones de temperatura causa de heladas desastrosas para el olivo* (1), porque siendo aquel departamen-

---

(1) Recuérdese que el mismo Jefferson hizo constar estos cambios bruscos en la Virginia y Pensilvania, no obstante de suponer que el clima se había templado con los descuajes.

to uno de los mas boscosos de Francia debiera en él suceder menos que en otros y menos al presente que en tiempos antiguos, porque si bien las landas actuales fueron montes en otro tiempo hace mucho que su descuaje se efectuó y *todos* los montes actuales conservan señales de antiguos cultivos: indudablemente es exagerada esta descripción del estado actual y antiguo de los montes de dicho departamento, pero no por eso se deja de comprender que con el descuaje de los montes que le abrigaban de los vientos del N. y del E., aunque se hayan poblado llanos ó pendientes en otras exposiciones y situaciones relativamente á los olivares, pueden estos sufrir los efectos perniciosos de aquellos vientos desde que el descuaje les haya permitido la entrada en la localidad y por lo mismo la negacion sin mas prueba es improcedente; invéstiguese si ha ó no cambiado la nebulosidad de la atmósfera en aquella comarca, búsquese la direccion de los vientos, que producen los descensos de temperatura que se lamentan; véase si está la comarca ahora mejor que antes abrigada de aquellos ó de otras causas frigoríficas y, cuando se hayan obtenido resultados afirmativos, se podrá admitir la negacion; entre tanto como la observacion de los cultivadores se refiere á efectos inmediatos á causas evidentes y fácilmente perceptibles, parece natural que se considere mas aceptable su opinion que la que en generalidades inconducentes funda M. Villeneuve, aunque con ello solo se hace referencia en realidad á la influencia de los montes como abrigos.

M. Vallés no admite la idea bastante general de que el clima de Francia haya cambiado, de que no exista como antes verdadera primavera y al efecto manifiesta que solo por observaciones meteorológicas hechas durante *muchos años en muchos lugares* puédesse llegar á conocer si es ó no cierta aquella sin incurrir en graves errores á causa de incompletos é inconducentes recuerdos ó equivocadas interpretaciones; cita al efecto el ejemplo de lo que ha sucedido con el hecho del vino de *Suresnes*, de que tanto gustaba el rey y la corte de Enrique IV, de lo que

dedujeron algunos que en tal localidad antes se disfrutaría mejor clima que al presente y por una nota de la bibliografía de Musset-Pathai se ha venido á deducir que el tal vino procedía de una clase de uvas de Vendome conocida con el nombre de *Suren*, que produce un vino blanco muy agradable y de que gustaba mucho Enrique IV: de manera que equivocando el nombre de la uva con el de la localidad se han deducido sobre la variacion del clima consecuencias impertinentes.

Razon tiene M. Vallés para criticar semejante proceder y por lo mismo es sensible que él se valga de *observaciones hidrológicas mal hechas durante un solo año* y de hechos tan dudosos como el del vino de Suresnes para deducir consecuencias asimismo absurdas y mucho mas trascendentales.

Tambien estamos conformes en que no se pueden deducir consecuencias *irrefutables* sobre cambios del clima de los límites de cultivo de determinadas especies en distintas épocas históricas; pero no dejará de concedernos asimismo nuestro ilustrado adversario que pueden servir de indicio no despreciable en la historia de los climas, si se aprecian con cuidado las circunstancias de cada época y las de la localidad; porque si por dificultades hemos de abandonar los datos de la historia ó si apreciándolos de una manera inconsciente se han de generalizar hechos aislados, entonces seguramente caminaríamos al error: si son, pues, atendibles las razones, que toma de M. Martins, no son absolutas.

Teniendo presente que M. Vallés confunde el *clima* con la *temperatura media*, no se estrañará que inmediatamente despues, pág. 74 á 78, se ocupe en criticar la opinion, bastante generalmente admitida, de que si Nínive y Babilonia, Palmira y Balbeck, etc. antes tan florecientes y de envidiable clima dotadas están hoy convertidas en desiertos, es en *gran parte* debido al imprudente descuaje de sus montes; nosotros que no hemos caido en aquel grave error dejarémos punto tan importante para tratarle en el resúmen de esta *primera parte*, porque solo cuando se conozca la influencia de los montes en los

varios factores del clima, se puede comprender la que tal descaje haya tenido en el cambio referido; así podremos mejor poner de manifiesto las razones de unos y otros y deducir las consecuencias mas lógicas y bien fundadas, pero no podemos menos que hacer constar desde luego que M. Vallés ha procedido en esta crítica con alguna *habilidad para la gente que no piensa*, pero con tan poco fundamento que habrá que incluirle en el número de los *físico-poetas*.

«*Las modificaciones de clima, si tienen lugar, son mas bien favorables que contrarias:*» esta tésis es la que se propone demostrar M. Vallés en las págs. 78 á 84 inmediatamente despues, y como consecuencia de sus elucubraciones y erróneas apreciaciones referidas; examinemos, pues, aunque brevemente, sus razonamientos.

No se puede esclarecer el hecho de las modificaciones del clima, dice (pág. 78 y 79) ya que es imposible comparar los resultados de observaciones meteorológicas antes y despues de aquellas y, como solo se tienen exactas y numerosas desde mediados del pasado siglo, no es posible recurrir á este medio sino para tener indicios y estos han resultado contradictorios conduciendo á dudas y vacilaciones sobre los efectos del descaje de los montes (1).

«En tal concepto dice, existen muchas opiniones contrarias: M. Bousingault pretende que los montes ejercen una influencia frigorífica; M. Becquerel es de parecer que, en ciertas circunstancias al menos, emiten y propagan (2) el calor; M. de Humboldt afirma que la destruccion de los montes *no cambia el*

---

(1) ¿Por qué, pues, M. Vallés sienta sus principios *sobre la interpretación errónea* de la opinión de Jefferson que no reconocía mas origen que el dicho de algunos ancianos? ¿Por qué despues la generaliza y supone ser la admitida por los *sucesores* de los sabios que de tan árdua tarea se ocuparon? ¿Por qué admite como irrefutable la opinión de M. Villeneuve establecida sobre generalidades inconducentes á la consecuencia que deduce?

(2) Querrá decir que le absorben y emiten ó propagan.

*clima* (1), en fin algunos, en cuyo número es preciso contar á Arago (2), los Americanos y algunos sabios Italianos (3), *inclinan* á pensar que el descuaje de los montes tiene por resultado templar el frío de los inviernos y amortiguar los calores del verano (4).»

Mediten sobre esto un poco nuestros lectores; recuerden al propio tiempo lo que llevamos dicho acerca de la opinion de los sabios citados; tengan presente que es de presumir, á juzgar por su silencio, que M. Vallés no conoce mas *Americanos* ni *Italianos*, que se hayan ocupado de la influencia térmica de los montes, que á Jefferson y apreciarán en todo su valor la base de arena, sobre que nuestro adversario vá á apuntalar su edificio de carton; el cambio de algunas palabras esenciales, un supuesto y un *inclinan á pensar* le basta y sobra á él, tan decidido partidario de las *construcciones atrevidas*, para presentar á sus contrarios un reducto inespugnable, á su modo de ver; pero afortunadamente ese *público ignorante*, á quien tan duramente trata M. Vallés no se deja engañar por fantasmagorías y mira con desprecio su pintada artillería.

M. Vallés corroborándonos en la idea de que sus conocimientos en meteorología no son muy notables, presenta como única opinion desfavorable al descuaje de los montes la emitida por M. Becquerel, que considera no bastante fundada y sobre todo de poca consecuencia, *porque las diferencias en las temperaturas medias sobre los campos y los montes son insignificantes y porque, dice, tiene «algunos motivos para creer que si estas diferencias marchan en un sentido durante la esta-*

---

(1) Ya hemos visto que el eminente naturalista no ha dicho semejante cosa.

(2) ¿Por qué M. Vallés lo hace sin haber demostrado antes las razones en que se funda? De sus observaciones anteriores se deduce que tal inclusion es improcedente y de la obra de Humboldt que los americanos modernos rechazan la opinion de los antiguos.

(3) ¿Quiénes son y cuándo han sentado tal doctrina? Sospechoso es que no se hagan estas aclaraciones justificativas.

(4) Obra citada. . . . . pág. 79.

cion de verano, lo harán en el opuesto en invierno, de suerte que, para el conjunto del año habrá anulacion de estos efectos contrarios,» (1) que es segun él lo interesante en climatología importándole un ardite que los calores del verano lleguen á 40° y los frios del invierno á — 10° con tal de que la media resulte de 15°, como sucedería por ejemplo si los primeros ascendieran solo á 24° y los segundos á 6°. (2) ¡Con meteorologistas de este calibre es seguro que nada tendrían que envidiarnos los habitantes del golfo de Guinea! Afortunadamente M. Vallés volverá pronto por su honra de Ingeniero confesando sus errores meteorológicos como producto de una preocupacion, que cuidará de poner bien manifiesta para evitar que se le califique mas duramente; la aspereza de nuestra crítica le hará ser en adelante mas parco en dicitrios para con sus adversarios, que no son como supone tan ignorantes, ni tan beledosos, ni acreedores á sus injustas y acerbas calificaciones.

Conceptúa tambien mas admisible y mejor probada la opinion de M. Bousingault, que la de M. Becquerel por suponer es aquella consigüente á muchas observaciones y de una sola la 2.<sup>a</sup>, lo cual no es exacto, segun se deduce de lo anteriormente dicho, y se congratula de que aquella sea preferible, porque así resultará que con el descuaje aumentaría la temperatura, media sin duda, que es el desideratum de M. Vallés, siquiera discurriendo lógicamente hubiéramos de deducir tambien que con él se obtiene la *aridez y la sequedad*, lo que es mas seguro y no muy apetecible; no creemos necesario detenernos á refutar estas críticas y consecuencias de nuestro adversario, porque basta y sobra con lo dicho.

«En cuanto á la opinion media entre las dos, dice M. Vallés,

---

(1) Obra citada. . . . . pág. 80.

Ya hemos dicho y pronto demostraremos mas extensamente el por qué no es admisible la teoria sentada por M. Becquerel.

(2) No sería difícil citar grandísimo número de pueblos, en que con temperaturas medias iguales tan diferentes son las máximas, las mínimas y las medias estacionales.

en cuya virtud el descuaje corregiría á la vez al exceso de frío en invierno, el exceso de calor en verano, parece tener mayor número de partidarios (1). Resultaría de aquí en verdad un cambio de clima (2); pero del que nadie podría lamentarse ya que moderaría mas el de nuestras zonas templadas y haria desaparecer lo que algunas veces presentan de excesivo en las temperaturas del invierno y del verano. Una modificacion de esta naturaleza, lejos de ser un mal sería un beneficio (3).» Indudablemente y no despreciable ya que tiene en la vida de los seres muchísima mas influencia que la temperatura media anual en tanta estima tenida por nuestro ilustrado adversario; porque esta modificacion es importantísima y *porque se obtiene no con el descuaje sino con los montes por influencia propia y directa*, es por lo que defendemos su existencia en su region, con lo cual ningunos otros intereses se perjudican.

Consiguientemente á esto admitimos de muy buen grado las sensatas reflexiones, que inmediatamente despues hace nuestro ilustrado adversario; creemos sí que un cambio semejante en el clima, aunque produjera alteracion en los cultivos, sería un gran bien; creemos que Inglaterra, aunque no produzca vino y aceite como *nuestra mesa central* tiene un clima mucho mejor que ella para el desarrollo de la vida animal y vegetal; creemos que «la sustitucion de prados artificiales al trigo ha

---

(1) ¿Dónde andarán estos Sres. que ni en las obras de M. Vallés se encuentran citados no obstante de que los busca con mucha necesidad? Tales efectos son precisamente los que demostraremos corresponden á la influencia de los montes y los contrarios á su descuaje, de manera que los plácemes que se dá nuestro adversario por tal beneficio los admitimos para nuestro modo de ver la cuestion.

(2) Luego el clima y la temperatura media no son lo mismo; ¿por qué, pues, M. Vallés ha modificado radicalmente la opinion del eminente Humboldt suponiendo que no ha cambiado aquel con el descuaje en lugar de decir, que lo que no ha cambiado es la segunda y sí el primero como ya lo dice en sus relaciones? Poca seguridad tiene nuestro adversario en la significacion trascendentalísima de estas y otras palabras.

(3) Obra citada. . . . . pág. 81.

sido una riqueza, el reemplazo de raquíticas viñas por sustanciosos y frescos pastaderos ha sido un gran bien, y del mismo modo *que los bosques puestos sobre estériles tierras de centeno* aumentarán la fortuna pública, del mismo modo el trigo, las legumbres, los forrages sustituyendo á los bosques en las tierras sustanciosas y ricas aumentarán la prosperidad del país» (1) y por lo mismo que esto creemos pedimos para los montes su region propia y nos estrañamos de que nuestro ilustrado adversario olvide tan pronto esto para apoyar y pedir la enajenacion de los que se conservan en manos del Estado en Francia, ya que esto es lo mismo que reclamar su descuaje, que tambien defiende como medio de mejorar el clima.

De las continuas contradicciones de M. Vallés y de sus inconexos razonamientos no puede deducirse otra cosa sino que se halla lamentablemente preocupado y que ha tratado de resolver una cuestion gravísima sin fijarse con la detencion necesaria en ninguna, absolutamente ninguna de sus numerosas variables; así es que tan pronto afirma en absoluto, como duda y se presenta perplejo é indeciso, observándose sin embargo que sus indecisiones tienden siempre á defender la desaparicion de los montes, de manera que no es de estrañar que algunos de sus compatriocios hayan supuesto en él intenciones interesadas, lo cual sin embargo no creemos aun teniendo presente la época en que publicó su citada obra, es decir precisamente cuando el Gobierno francés se propuso vender montes del Estado por valor de 120 millones de francos para dedicarlos con otros en obras públicas, lo que, dicho sea de paso, rechazó con plausible energía el Parlamento y el pueblo.

En la pág. 84 concluye su primera parte M. Vallés en estos términos:

*«En resumen, los cambios de clima que serian consigüientes al descuaje no están probados y si lo fueran, segun la opinion mas general (es la que le conviene) que se tiene de su natura-*

---

(1) Obra citada. . . . . pág. 83.

*leza, es preciso reconocer que mas bien son beneficiosos que perjudiciales.»*

Como se vé M. Vallés despues de sus muchos atrevimientos no tiene el necesario para dar por buena la teoría, que tanto conviene á sus miras; pero sí descubre gran *habilidad* en deslizar á última hora esa idea favorable á sus intentos, sistema algunas veces de grandes resultados, pero que no los ha producido en esta ocasion.

De lo anteriormente expuesto resulta que:

M. Jefferson en 9 meses de observacion en Wiliansburg y Monticello comprobó que con el descuaje de gran número de montes se internaron los vientos marinos hácia las montañas Alleghanyas produciéndose, segun el testimonio de los ancianos, un cambio sensible en la temperatura de los veranos y los inviernos, resultando los primeros menos calurosos y los segundos menos frios de lo que antes eran; pero no comprendió la verdadera causa de estos efectos y los atribuyó malamente á la influencia compleja de los descuajes, idea que generalizaron con menor motivo á toda la América septentrional Barton, Volney y otros.

M. de Humboldt dedujo\* de las observaciones termométricas hechas durante 63 años en 35 puestos militares que, *no era cierto, como algunos creían que la América septentrional hubiera sufrido con el descuaje de los montes una modificacion favorable en el clima, antes bien comprobó en algunos puntos que sin haber cambiado la temperatura media los inviernos se habían hecho mas frios y los veranos mas calurosos*, si bien no hizo constar si los vientos reinantes y mas influyentes en la temperatura del aire eran los mismos antes que despues del descuaje y por consiguiente si el cambio experimentado podría atribuirse, mas que á la influencia directa de los montes en la temperatura, á la que en ella tienen aquellas corrientes, ni tampoco si era ó no admisible el dicho de M. Jefferson, que puede muy bien ser cierto siéndolo tambien las aseveraciones de M. de Humboldt, si á lugares distintos se refieren, aunque consignó

que la opinion dominante era contraria á la de aquél, la de Barton, Volney, etc.

M. Humboldt así mismo teniendo en cuenta las funciones de la vegetacion en actividad espresó en términos generales, que debieran los montes obrar como causa frigorifica sin tener presente la época del año en que lo harian y cual pudiera ser su accion durante la vegetacion pasiva.

M. Bousingault admitió completamente la teoria anterior é indicó que los montes influían en la reparticion del calor en las estaciones, pero sin aclarar este punto interesante, y como reunió sus observaciones, las de Humboldt, Hal, Rivero y Roulin para conocer la temperatura media de los lugares *secos* y *áridos* á distintas altitudes, de cuyas observaciones resulta *que es mayor que la de los abundantes en montes y consiguientemente húmedos*, no es dudoso que atribuía á los últimos influencia frigorifica; esto en nada se opone á lo dicho por los dos anteriores y muy especialmente por el último, ya que éste consignó que no habia cambiado la *temperatura media de algunos puntos* aunque sí las estacionales antes y despues del descuaje y de las observaciones reunidas por M. Bousingault se deduce solo que no era igual en una misma época y lugares de diferentes condiciones la temperatura media anual.

M. Arago haciendo al parecer caso omiso de la *influencia térmica directa* de los montes dió á conocer que, obrando como abrigo de los vientos, su descuaje podia producir aumento ó disminucion en la temperatura de los inviernos, segun que los vientos á que se dejara el paso libre fueran templados ó frios; esta opinion, que en nada se opone á las de los dos anteriores, esplica el hecho dado á conocer por el primero, aunque á él no se refiera.

M. Gay-Lussac por el contrario, hizo tal vez caso omiso de la influencia de los montes como abrigos y considerando solo la que pudieran tener directamente en la temperatura, manifestó con razon que entonces (1836) se carecía de datos para resolver con acierto cuestion tan delicada y difícil: de manera

que no contradice esto la opinion de ninguno de los anteriores meteorologistas, ó todo lo mas pudiera considerarse que no está conforme con la *analítica* de M. de Humboldt ó mejor aun que no la habia comprobado la experiencia.

La influencia de los montes en la temperatura del aire depende indudablemente de la que tienen en los diferentes vientos, en el suelo, de *la directa en aquel factor característico del clima* y de la que tienen en los hidrometeoros; por lo mismo es incuestionable que de la observacion del hecho general no es posible deducir la que *esencialmente* les corresponde, ni base segura para conocer debidamente cada una de aquellas variables, único medio de darse razon de los resultados contradictorios, que el descuaje ofrece seguramente en lugares distintos; no aislando, pues, en lo posible aquellas múltiples influencias ó por lo menos no deduciendo del *hecho general* la que á cada variable corresponde, ni sería posible llegar nunca á conocer su importancia, ni á establecer una teoria mas ó menos compleja, que dé base segura para deducir lo que, *segun las condiciones de cada lugar sucederá con el descuaje ó repoblacion forestal*, ni mucho menos qué influencia pueden tener los montes *directamente* en la temperatura, que es el punto esencialísimo de que nos ocupamos ahora.

En este defecto creemos han incurrido los meteorologistas antes mencionados y por esa razon el resultado de sus observaciones no tiene, no puede tener la importancia, que se le ha atribuido para determinar la indicada influencia especial y de aquí tambien proviene que se haya supuesto que sus opiniones eran contrarias.

M. Becquerel es el primero que ha tratado de resolver la cuestion por observaciones directas y especiales, pero tuvo la desgracia de colocar sus aparatos en condiciones inconvenientes para que sus resultados fueran apreciables.

Ya antes habia incurrido en el defecto de encontrar contradictorias las opiniones de los meteorologistas mencionados y con esto y aquellos resultados inadmisibles no son de extrañar

sus vacilaciones, dudas y consecuencias inexactas; por eso mientras en 1853 consideraba que los montes obran como causas frigoríficas, desde 1863 ya supone que absorben y emiten el calor del sol con mucha energía dando por resultado que las hojas tienen influencia calorífica en muchas ocasiones y *temperaturas medias algo superiores* á las del aire ambiente.

M. de Humboldt y M. Becquerel, que disponían de observaciones diarias y que fundándose de una manera general en ellas y las funciones de los vegetales han espresado mas concretamente su opinion sobre *la influencia térmica directa de los montes*, han incurrido en el defecto de no considerar las dos épocas esencialmente distintas de la vegetacion, en no clasificar los datos segun ellas y en no tener presente para especificar aquella, que sus funciones no son las mismas de dia que de noche; esta observacion es evidentemente lógica y natural, para quien conozca la marcha de la vegetacion; para que así mismo lo comprendan los que no se hayan en ella fijado nos bastarán muy pocas palabras.

Excitadas las partes verdes y mas especialmente las yemas de los árboles por la luz y calor solares y la temperatura del aire consiguiente á la emision calorífica del suelo en la primavera, promueven la absorcion del agua de la tierra por las espongiolas de las raíces despertando todas de esa suerte de letargo, á que las condenaron los fríos del invierno; sube aquella apoderándose en el camino de algunas sustancias con gran fuerza, constituyendo la savia ascendente y llegada á la altura de dichos órganos es en parte por ellos exhalada y en parte destinada al desarrollo de las ramas y hojas, que en miniatura y admirablemente replegadas en las yemas se encontraban; la vida vegetal se presenta ya en nueva forma y actividad; los árboles que el septentrion dejó desnudos y adormecidos sacuden su pereza y se cubren con esas vistosas galas primaverales, que hacen tan agradable perspectiva; las hojas exhalan parte del agua absorbida por las raíces y descomponiendo el ácido carbónico de la admósfera la devuelven el oxígeno y se apode-

ran del carbono, que necesitan para cambiar el amarillo pálido por el verde esmeralda y las condiciones de los líquidos que allí en abundancia se encuentran; metamorfoseados estos vuelven presurosos, aunque por distinta vía, á recorrer el tallo y las ramas, no ya para robarles las sustancias que encierran entre sus celdillas, sino para darles materiales con que aumentar su número y calidad; cada uno se dedica á formarlas de una manera especial, aunque no disponga de materia distinta y la vida vegetal, que presenta una maravilla en cada célula y en cada molécula, continúa desde entónces en ese doble movimiento componiendo y descomponiendo de mil modos las sustancias sencillas y poco numerosas, que ha de convertir en otras múltiples y de complicada composición; pero como para estas funciones necesita la influencia del calor y la luz, como ya dijimos en el artículo anterior, es consiguiente que de noche no absorberá, ni exhalará tanta agua, ni menos descompondrá el ácido carbónico de la atmósfera y así en efecto se halla probado experimentalmente; antes bien con el desprendimiento de una parte de su carbono en forma de ácido dá lugar á una pequeña combustion; la acción, pues, frigorífica de los vegetales, aun en el período de actividad, no puede ser la misma de día que de noche, siquiera durante ella la radiación celeste ha de obrar con mas intensidad naturalmente que durante el día.

Formando nuevos órganos y endureciéndolos con el depósito de sustancias carbonosas y térreas sigue el vegetal hasta que los vientos del otoño amortiguando sus hojas las hace desprenderse en las especies que las tienen caducas, ó rígidas y endurecidas se conservan en las ramas muy aclaradas á impulsos de aquellos; ya entonces no exhalan agua, ni absorben el ácido carbónico del aire, ni consiguientemente desprenden el oxígeno de él procedente; no son entonces otra cosa que cuerpos inertes, aunque organizados, que han de ser influidos é influir en los agentes climatéricos ni mas ni menos que como los inorgánicos de análogas condiciones físicas y así obrarán hasta que de nuevo llegada la primavera les saque otra vez de su letár-

gico sueño dándoles ese movimiento de absorcion y exhalacion, de composicion y descomposicion, que tanta influencia tiene en la temperatura del aire.

Si los meteorologistas mencionados y muy especialmente M. Becquerel, hubieran tenido presente la época y circunstancias del funcionamiento de los árboles, seguramente habrían dirigido sus observaciones *especiales* á comprobar los resultados de cada una de las épocas de la vegetacion activa y pasiva y del funcionamiento diurno y nocturno clasificándolos de una manera conveniente segun las condiciones del lugar y de la especie objeto de su observacion; por no haberlo hecho así no pudieron resolver el problema complejísimo objeto del presente estudio, viéndose además conducidos á consecuencias erróneas, que, sin duda alguna, han entorpecido la determinacion de la verdadera influencia de los montes y dado origen á no pocos equivocados conceptos.

#### IV.

En el artículo anterior hemos expuesto la opinion atribuida á diferentes sábios meteorologistas sobre la influencia térmica de los montes, la injusticia con que por algunos se presentan como contradictorias y su escaso valor para la resolucion del problema, que nos ocupa, por no haber separado con cuidado la correspondiente á cada una de las múltiples acciones de aquellos por observaciones apropiadas, ni haberlas clasificado de una manera conveniente, cuando especialmente á tal objeto se practicaron; tócanos ahora esplanar nuestro modo de ver la cuestion; pero como no disponemos de observaciones propias, ni de otras enteramente aceptables, hemos de resolverla analíticamente siquiera la corroboremos, en cuanto nos sea posible, con hechos demostrados hasta que otros mas concluyentes resultados puedan dilucidar las dudas, que aun quedarán pendientes; no podemos, pues, determinar la entidad de tal influencia; tal vez no se consiga nunca por ser esencialmente variable y compleja, mas no habremos hecho poco si conseguimos indicar de qué clase debe ser aquella y de qué manera podrá mas fácilmente llegarse á conocer su importancia.

Claro y evidente es que para ello será siempre necesario apelar á observaciones termométricas aislando los aparatos de las influencias estrañas y por lo tanto lo primero que se ocurra es averiguar si pueden aquellas hacerse sobre árboles aislados ó si es de todo punto necesario verificarlo en montes de alguna consideracion; con tanto mayor motivo debemos entrar primero en este debate cuanto que las observaciones, de que casi exclusivamente disponemos hasta ahora, se han hecho en las primeras condiciones, como ya hemos explicado en los dos artículos precedentes con referencia á las practicadas por el ilustre M. Becquerel, habiéndolas calificado de inacceptables al objeto que se propuso: despues hemos de considerar la influen-

cia térmica de las hojas, tronco y ramas de cada árbol y así podremos deducir con mas probabilidades de acierto la que tengan los montes, á cuyo efecto nos harémos cargo de cual sea su temperatura debajo, sobre y fuera de los árboles que los constituyen.

Si nuestros lectores recuerdan cuanto dejamos expuesto, fácilmente comprenderán que el suelo de los montes no es, no puede ser de las mismas condiciones que el en que vegetan los árboles aislados; su absorcion y emision del calor solar no serán por lo mismo iguales y, como de ellas depende principalmente la temperatura del aire, es consiguiente que tampoco puede ser la misma, aunque las demás condiciones fueran idénticas; los vientos renuevan sin cesar la poco extensa admósfera que rodea á un árbol, pero no sucede lo propio con la que debajo y encima de las copas en los montes los circunda; consiguientemente la accion térmica del aire sobre la vegetacion no puede ser igual en uno que en otro caso, ni tampoco pueden tenerla las diferentes condiciones del suelo, de suerte que, aun en el supuesto de que cuerpos estraños no interpongan influencias perturbadoras, ni la temperatura del aire y la que es consiguiente á las diferentes partes del árbol, ni el funcionamiento de éste en los dos casos son los mismos; por lo tanto no es posible deducir sintéticamente la influencia, que los montes tengan en la temperatura, de los resultados que ofrezcan las observaciones termométricas en un árbol aislado practicadas; porque no son idénticas primero y despues porque, aunque lo fueran, en el 2.º caso tal influencia será superada por las inherentes á las condiciones diferentes de la admósfera propia de uno y otros, ya que por la continua mezcla de las capas de aire han de manifestarse siempre mas en los aparatos que la que el árbol pudiera tener, especialmente cuando con termómetros ordinarios lo que se obtiene no es la temperatura de las hojas por ejemplo, sino la del aire que las rodea; no sucederá enteramente lo mismo si haciendo uso de los eléctricos se pone su soldadura en contacto con las hojas; por eso, aunque

las observaciones de M. Becquerel se hicieron en condiciones inconvenientes, nos servirán para indicar los resultados que pudieran obtenerse si las mas importantes de aquellas no existieran, como nos han servido para explicar la marcha de la temperatura del aire con la altura; pero nunca con ellas será posible obtener otra cosa que indicaciones, siendo necesario para conseguir resultados justificativos de tal influencia de los montes apelar á observaciones directas y multiplicadas en algunos de diferentes condiciones dasonómicas y tierras y yerros, que tengan las mismas bajo todos los demás conceptos.

Mas como se conoce el modo de funcionar de las diferentes partes del árbol durante las épocas de vegetacion activa y pasiva, de día y de noche, y la influencia que en ello tienen los varios factores del clima, será siempre posible deducir á priori por procedimientos analíticos la que podrán tener en la temperatura del aire, aunque se los considere individualmente, y de esto y de las modificaciones que experimentan las condiciones de la vegetacion, cuando en masas considerables se encuentran, determinar la clase, no la entidad, de la influencia de los montes en la temperatura del aire; así, pues, procederemos nosotros por no contar con observaciones irreprochables para hacerlo sintéticamente.

Anteriormente hemos manifestado que si la temperatura del aire y la luz del sol tienen grandísima influencia en la vegetacion, como que de ellas dependen sus distintas facces, no debe suceder lo propio á los rayos caloríficos del último considerándolos en su accion directa sobre aquella contrariamente á lo que supone M. Becquerel, que, segun hemos tambien dicho, parece algunas veces confundir la influencia de la primera con la última, no obstante de ser agentes completamente distintos, aunque no independientes.

Así mismo hemos hecho constar con cuanta sin razon ha deducido del poder emisor de las plantas el absorbente que deben tener para los rayos caloríficos solares y tambien dejamos consignado que ni la *opacidad* es incompatible con la *dia-*

*termancia* (1), ni los cuerpos tienen esta última propiedad en el mismo grado para los distintos rayos caloríficos, que M. Melloni reconoció existían.

Que los rayos caloríficos luminosos del sol no tienen en las plantas la misma influencia que los caloríficos no luminosos ó oscuros de otros cuerpos, es decir, que si aquellas absorben estos, no deben hacer lo mismo con los primeros, es incuestionable y creemos haberlo suficientemente patentizado con los razonamientos que nos sugirieron los hechos y consecuencias, que M. Becquerel cita en apoyo de la teoría contraria; no nos detendremos por lo tanto á consignar mas hechos y consideraciones en su justificación; pero si el hecho es evidente no sucede lo mismo á la causa que le motiva, pues nos sería imposible decidir, si aquello depende de que los rayos luminosos y caloríficos del sol son ó no homogéneos y consiguientemente combinables, como pudiera hacerlo sospechar que cuando un cuerpo refleja muchos de los primeros absorbe pocos de los segundos, es decir se calienta poco, que lo contrario suceda con los cuerpos que por su estructura y color absorben unos y otros y finalmente que, como sospechamos, los muy diáfanos no adquieran tampoco la misma temperatura en tal estado que cuando se les hace perder aquella condicion sin hacer variar esencialmente su naturaleza, ó si bien aquel efecto es producido porque las hojas, que son los órganos mas directamente expuestos á los rayos solares y que mas influencia pueden tener en tal concepto en la vida de las plantas, son diatérmicas para unos rayos caloríficos y atérmicas para otros ó en fin si podrá provenir de que en tales condiciones la vegetacion sobreexcitada supera la accion térmica de aquellos; aunque nos inclinamos á creer que las dos primeras causas deben ser las que producen el hecho observado y aunque entre ellas damos preferencia á la primera, de que es posible dependa la segunda, no podemos decidirnos hasta que físicos ilustres hayan resuel-

---

(1) Sin duda alguna para los rayos caloríficos no luminosos.

to tales dudas; nosotros nos declaramos para ello incompetentes por falta de conocimientos y dotes especiales primero y despues por no poder disponer de los medios necesarios para la experimentacion.

Esta indeterminacion, si perjudica á nuestro propósito, no impedirá que llevemos el convencimiento al ánimo de nuestros lectores, que sino podrán apreciar el *quantum* sí comprenderán el *quale* y esto por ahora es suficiente á nuestro objeto.

Ahora bien, *las hojas*, durante el período de la vegetacion activa, *de dia* exhalando considerable cantidad de agua (1), descomponiendo el ácido carbónico (2) del aire y presentando grandes superficies en las mejores condiciones emisivas á la radiacion celeste, que ya hemos dicho obra á todas horas (3), han de influir frigorificamente en el aire, que las rodea; ya que de él toman la temperatura que en las dos primeras funciones se convierte de sensible en latente y no es de suponer quede aquella anulada por su *absorcion de los rayos caloríficos del sol*, cuando segun lo antes dicho no deben en ella tener grande influencia, ya sea porque aquellas flexibles, jugosas y en pleno funcionamiento impidan la combinacion de la parte luminosa y la calorifica de los rayos solares, ya porque siendo

---

(1) Para que pueda formarse una idea bastante aproximada de la influencia que en tal concepto tienen las *hojas*, creemos oportuno consignar, que siendo el efecto análogo al que se consigue con la evaporacion, M. Bussy obtuvo al aire libre temperatura de — 57° y que en Bengala colocando en las ventanas ramas provistas de sus hojas mojadas se hace descender la temperatura del aire, que activa la evaporacion, 10° á 15°.

A esta causa es debido el fresco que se observa en los montes frondosos, en el agua de las alcarrazas y el que experimentan las personas que sudan.—Daguin. Obra citada, t. II. . . . . pág. 63 y 64.

(2) En esta descomposicion deben absorber calor en igual cantidad que el que en la composicion del ácido se desprende, segun la teoria admitida.—Daguin, obra citada . . . . . pág. 48.

(3) Segun las observaciones en París practicadas desde las dos de la tarde empieza á dominar en la temperatura del aire la influencia de la radiacion celeste á la del suelo y con mayor motivo sucederá á las hojas. —Daguin, obra citada. . . . . pág. 108.

diatérmanas para ellos los dejen pasar de unas á otras hasta que disminuida su intensidad lleguen al suelo; *de noche* la accion frigorífica no debe ser tan pronunciada, porque no hay exhalacion, hay al contrario muchas veces depósito de rocío, cuya formacion lleva consigo desprendimiento de calor, ni hay descarbonacion, al contrario aquellos órganos se apoderan de una parte, no muy considerable en verdad, del oxígeno del aire para combinarle con su carbono, cuya combustion ha de producir elevacion de la temperatura, y si bien la radiacion celes e obrará con mas intensidad y la poca ó mucha absorcion del calor de los rayos solares no puede tener lugar, como esto mismo le sucede á la tierra desnuda de vegetacion, es indudable que:

*Durante el período de la vegetacion activa las hojas obran, de dia poderosamente como causa frigorífica y de noche no con mayor intensidad que las tierras en general, porque si la tienen grande relativamente á la radiacion celeste, la carburacion del aire y la mayor condensacion de vapores ha de compensar el exceso de aquella intensidad en algunos casos y en otros superar tal influencia; considerando, pues, en conjunto la de las hojas en el período referido resulta ser aquella frigorífica á las horas de mas calor con tendencia á disminuir la diferencia entre las máximas y mínimas temperaturas del dia y de la noche.*

Durante la vegetacion pasiva no sucede lo propio, ya porque en unas especies se desprenden todas á impulso de los vientos del otoño y en otras las que en el árbol quedan rígidas y endurecidas no exhalan agua, ni descomponen el ácido carbónico, ni presentan el color y la frescura, que en la época anterior tanto favorecía la emision á los espacios celestes; de las causas frigoríficas unas, pues, han desaparecido, y otras diminuido al nivel de los cuerpos inertes de iguales condiciones físicas entre las que es de notar su sequedad.

La radiacion solar, cuando sobre los árboles encuentra tales órganos, no puede influir en ellos como en el período de la vegetacion activa; porque la parte luminosa no es por ellos utili-

zada, ni sus condiciones diatérmanas son tampoco iguales, cuando rígidos y endurecidos se encuentran por los depósitos carbonosos y terreos y variado su color, pulimento y humedad; ya en ellos por lo mismo encuentra cuerpos verdaderamente inertes y es de presumir que en ellos influya como podría hacerlo en otros inorgánicos de las mismas condiciones físicas; es indudable por lo mismo que durante el período de la vegetación pasiva *las hojas*, cuando en el árbol quedan ó al pié del mismo cuando de él se desprenden, por su color y falta de humedad especialmente en las últimas, *han de obrar mas caloríficamente que la tierra y las plantas herbáceas* entonces mas abundantes en líquidos y muchas veces, las últimas, en condiciones frigoríficas análogas á las esplicadas; esto por de contado en cuanto se refiere á la accion directa, pues que evitando la evaporacion del suelo y obrando como abrigo de los vientos fríos, de que tanto depende en nuestros climas la temperatura invernal, contribuyen poderosamente á que la de esta estacion se conserve mas elevada, que donde los árboles no existen.

De lo dicho se deduce que debe estudiarse con separacion la influencia térmica de las especies de hoja caduca y las de hoja persistente y será tambien preciso tener en cuenta las épocas de foliacion y de defoliacion para darse razon de la influencia de cada una en tal concepto; pero mientras experiencias ó razonamientos irreprochables no destruyan la razon de nuestros asertos, no pecarémos de inmodestia al considerar estos mas aceptables que los que sirvieron á M. Becquerel, para establecer la teoría, que hemos antes dado á conocer y combatido y por lo mismo hasta prueba en contrario sostenemos que las hojas:

*Durante el periodo de la vegetacion activa obran poderosamente como causas frigoríficas y*

*Durante el de la pasiva probablemente como causas caloríficas; es decir que:*

*Templan los ardores del estio y los frios del invierno.*

Ya hemos dicho que por carecer de experiencias admisibles habíamos de valernos de procedimientos analíticos para determinar la verdad buscada; así lo hemos hecho y ahora nos proponemos comprobarlos con los resultados experimentales obtenidos por M. Becquerel.

En el art. II dejamos manifestado la clase y condiciones de los termómetros y lugares de observacion; tambien dijimos entonces que no se deben comparar los valores de M con los de N y si con los de  $\frac{N+S}{2}$  y finalmente hemos demostrado que tales diferencias deben observarse no por medias mensuales y anuales sino por las que corresponden á los dos periodos de la vegetacion activa y pasiva; estos seguramente varían bastante con las especies y condiciones locales, pero creemos no separarnos mucho de lo cierto al considerar el primero desde Mayo á Setiembre inclusives y el segundo desde Octubre á Abril; porque si bien es cierto que el movimiento de la sabia empieza antes y las hojas se desprenden despues de los términos del primer período, tambien lo es que en las localidades, en que se hicieron las observaciones de que nos vamos á utilizar, no se presentarán los árboles muy cubiertos de hoja, ni esta conservará ya las condiciones necesarias fuera de aquellos límites; recordaremos además que como los valores de M los dá un termómetro eléctrico, cuya soldadura está en contacto con las hojas del castaño de Indias, es indudable que mientras subsistan aquellas mas bien se dá *su temperatura* que la del aire que las rodea, siquiera es de suponer, como lo dice M. Becquerel, que se ponen rápidamente en equilibrio: dicho esto veamos las consecuencias que de la comparacion de tales resultados experimentales así combinados y clasificados pueden deducirse.

De los cuatro insertos en el art. II hemos deducido el estado de los valores de  $M - \frac{N+S}{2}$  durante los períodos de vegetacion activa y pasiva, que aparece en la pág. 208.

La excesiva extension de este estudio nos obliga á reducir nuestras consideraciones á muy estrechos límites dejando muchas al buen juicio de nuestros lectores.

Tanto las medias anuales, como las de los períodos de la vegetacion y generales se presentan á las 9 de la mañana con signo negativo, como sucedería si el termómetro M estuviera separado del castaño segun la ley del decrecimiento de la temperatura del aire con la altura, que hemos demostrado para esa hora anteriormente; pero, como la media de los *períodos foliados* es mucho mas considerable que la de los *defoliados*, puede deducirse, apesar de la perturbacion producida por aquella causa, que es notable en los árboles aislados por las razones expuestas al principio de este artículo, que la accion frigorífica del árbol en aquellos es indudable y nulo ó contrario en los períodos defoliados ó de vegetacion pasiva: si fuera cierto, como dice el ilustre M. Becquerel, que las hojas *absorben el calor del sol* en el mismo grado que la arena, tales resultados serían inesplicables.

Muchísimo mas lo serian los que aparecen para las 5 de la tarde ya que en ellos encontramos la admirable coincidencia de presentar signos negativos durante los períodos de la vegetacion activa y positivos en la otra comprobando nuestra opinion y rebatiendo de una manera indudable la del ilustre M. Becquerel, pues que segun él á tal hora y períodos los valores de M debieran llegar á su apogeo; la entidad de tales diferencias indica bien el grado de la influencia frigorífica de las hojas durante el período de la vegetacion activa y la calorífica que es consiguiente al abrigo de los vientos del norte por el edificio próximo al castaño, en lo que tal vez influya algo las hojas secas, que sin duda sobre y bajo el árbol se dejarían por algun tiempo.

El signo positivo de todas las medias correspondientes á las 9 de la noche corrobora lo que dijimos en el art. II sobre el crecimiento de la temperatura del aire con la altura á dicha hora y lo que dejamos consignado sobre que disminuye en ella

Valores de  $M - \frac{s+n}{2}$  en los períodos foliado y defoliado del castaño de Indias (M) deducidos de las observaciones termo-eléctricas hechas por M. Bequerel en el Jardín de plantas de París desde Mayo de 1860 al mismo mes de 1862.

MESES.	Medias á las 9 de la mañana.		Medias á las 3 de la tarde.		Medias á las 9 de la noche.		Medias diurnas.	
	Mensuales.	Periódicas.	Mensuales.	Periódicas.	Mensuales.	Periódicas.	Mensuales.	Periódicas.
<b>1860.</b>								
Mayo. . . . .	1,47		3,07		0,67		1,737	
Junio. . . . .	2,00		—1,49		0,58		—0,970	
Julio. . . . .	2,42	—1,570	—1,65	—0,292	—0,01	0,426	—1,360	—0,479
Agosto. . . . .	2,60		—0,78		0,81		—0,857	
Setiembre. . . . .	2,30		—0,61		0,08		—0,944	
Octubre. . . . .	1,01		0,72		0,28		—0,003	
Noviembre. . . . .	0,66		1,56		1,17		0,690	
Diciembre. . . . .	0,61		0,54		—0,20		—0,090	
<i>Medias.</i> . . . .	—1,266		0,170		0,422		—0,224	
		—0,577		0,324		0,380		0,042
<b>1861.</b>								
Enero. . . . .	1,00		1,00		0,55		0,849	
Febrero. . . . .	0,29		0,64		0,36		0,430	
Marzo. . . . .	1,22		—0,94		0,17		—0,663	
Abril. . . . .	—1,83		—1,25		0,33		—0,917	

Mayo. . . . .	—0,55	—1,20	—0,21	—0,653	
Junio. . . . .	—0,04	—0,32	0,29	—0,023	
Julio. . . . .	0,90	—0,40	0,39	0,297	—0,277
Agosto. . . . .	—1,35	—2,21	0,81	—0,917	
Setiembre. . . . .	—0,59	—0,48	0,81	—0,087	
Octubre. . . . .	0,26	0,23	0,43	0,306	
Noviembre. . . . .	0,53	1,08	0,94	0,850	
Diciembre. . . . .	0,49	1,04	0,43	0,660	
<i>Medias. . . . .</i>	—0,176	—0,234	0,443	—0,010	
<b>1862.</b>					<b>0,174</b>
Enero. . . . .	0,31	0,58	0,17	0,353	
Febrero. . . . .	—0,05	0,04	0,24	0,076	
Marzo. . . . .	—0,91	—0,50	—0,03	—0,480	
Abril. . . . .	—0,76	—0,96	0,08	—0,530	
<i>Medias. . . . .</i>	—0,352	—0,210	0,115	0,150	
Medias de los pe- ríodos foliados..	»	»	»	»	—0,378
Medias de los pe- ríodos defoliados.	»	»	»	»	0,108
Medias generales.	»	»	»	»	—0,135

la accion frigorífica de las hojas, pues que si así no fuera no podrían presentarse en todas las estaciones con el mismo signo y próximamente de la misma importancia.

Las *medias diurnas*, como quiera que se presentan con los mismos signos que las de las *5 de la tarde*, corroboran las consecuencias para estas deducidas, así como su entidad, la que pudiera atribuirse á la influencia de las hojas en cada período.

Si alguna duda pudiéramos abrigar sobre la teoría por nosotros sostenida, desaparecería al verla comprobada tan decisivamente con estas observaciones; pero verémos en el estudio siguiente que existe otra corroboracion aun mas valiosa por cuanto no se refiere á observaciones hechas en condiciones locales no bien apropiadas, ni en árboles aislados, sino en masas forestales de consideracion al objeto de determinar la cantidad de agua llovida en los campos y en los montes de idénticas condiciones.

Veamos ahora qué influencia pueden tener *el tronco y las ramas*.

Cuando estos órganos presentan la capa herbacea solo cubierta de la epidermis, su accion fisiológica no varía esencialmente de la que corresponde á las hojas y por lo mismo análoga debe ser la fisica en la temperatura del aire, aunque es de suponer que difieran en lo que hace referencia á la diatermancia, si esta tiene en las hojas la influencia que sospechamos; pero como los rayos del sol no llegarán á estas partes del árbol sino despues de haber atravesado gran número de hojas y consiguientemente muy disminuidos, es de creer que, aunque atérmanos, no se calentarán tanto que su temperatura pueda tener una accion sensible sobre la del aire.

No sucederá lo mismo en el período de la vegetacion pasiva especialmente en los árboles de hoja caduca; pues entonces recibirán aquellos órganos todos los rayos solares y su superficie al menos se caldeará y podrá influir en el aire que los envuelve.

Cuando las ramas y el tronco presentan al exterior, no la

capa herbacea, sino las corchozas, es indudable que á igualdad de rayos solares alcanzarán mayor temperatura en su periferia, que siempre será poco notable, cuando tengan que atravesar para llegar á ellos gran número de hojas.

Para quien conozca las diferencias organográficas de las especies arbóreas, no será difícil comprender, que la acción radiante del sol sobre ellas no puede ser igual en unas que en otras.

Esta acción exterior tiende á demostrar en todas ocasiones mayor calor en tales órganos que en el aire y por consiguiente aumento de la temperatura del segundo por el contacto de aquellos; pero esto no sucede así ordinariamente y con especialidad en el período de la vegetación activa, porque absorbiendo sus raíces el agua de la tierra á alguna profundidad de su superficie conserva su temperatura mas baja que la del aire ambiente y por lo mismo al elevarse en el tronco y las ramas se la comunica cuando asciende y hace lo propio cuando desciende con la temperatura adquirida en las hojas y como esto lo hace en los árboles de nuestros climas á poca profundidad de la superficie cortical, es claro que ha de neutralizar por lo menos el caldeoamiento ocasionado por la radiación solar, mientras que en su marcha ascendente conservará la temperatura del interior tanto mas constante cuanto mas profundas sean las raíces, que verifican la absorción, á cuyo fin contribuyen también la mala conductibilidad de la madera especialmente en el sentido transversal y la no mucho mayor de las sustancias resinosas y azucaradas, que en los jugos propios y savia descendente se encuentran, si bien aumenta con la cantidad de líquidos, aunque á su vez, en tal período, la excitación que produce y la traspiración insensible, que es también consecuencia de la comunicación de este calor, tiende á disminuirle; de manera que en todas estas acciones y reacciones no es fácil que tales órganos adquieran mayor temperatura que el aire en su exterior, siendo indudable que es menor en el interior, siempre que la tierra conserve bastantes humedades para atender á las

necesidades de la vida de la planta; pues en otro caso los efectos son distintos y perjudiciales á su existencia, que es precisamente lo que ocurre con las prolongadas sequías.

Durante el período de vegetacion pasiva, como es insignificante la absorcion del agua y consiguientemente la exhalacion, mas considerable la influencia de la radiacion solar y mucho menos la emisiva, las causas frigoríficas desaparecen quedando las caloríficas; de manera que, al menos en la superficie exterior, podrán caldearse estos órganos y reaccionar sobre el aire elevando, aunque quizá no muy sensiblemente, su temperatura en ocasiones determinadas; entonces sí que parece indiscutible que obran como cuerpos inertes malos conductores, es decir influyendo, aunque con poca intensidad, en la temperatura del aire por su superficie y permaneciendo poco variable en el interior, como demuestra la experiencia y pudiera ser en parte debido á la temperatura del agua absorbida por las raíces, que entonces es mas elevada que la del aire, como supone el ilustre M. De-Candolle (1), si bien lo insignificante de esta absorcion en tal estacion puede hacer pensar que aquella condicion es mas bien debida á la poquisima conductibilidad de la madera entonces desprovista de jugos muy acuosos, que, segun el mismo, son los que comunican la temperatura entre sus órganos elementales.

De todo esto se desprende que las ramas y tronco de los árboles no deben tener influencia sensible en la temperatura del aire durante el período de la vegetacion activa y durante el de la pasiva debe ser aquella calorífica sobre todo en las especies de hoja caduca, que son en las que pueden estar mas expuestas á la radiacion solar.

Segun el ilustre M. Becquerel (2) de las observaciones hechas en Génova desde 1796 á 1798 se deduce, que *la diferencia entre las máximas y mínimas temperaturas del aire fueron 5,89 veces mayores que en el tronco de un castaño de Indias y*

(1) Physiologie vegetale. . . . . pág 881 y 1102.

(2) Memoria sobre los montes y su influencia climática 1863. p. 93.

de las hechas por él en el Jardín de plantas desde Diciembre de 1858 á Julio de 1859 resultó 4,7 veces mayores; tambien de las hechas por M. Bourgeaud á 58° de latitud resulta, que las diferencias del aire son mucho mas considerables que las del tronco (1) y eso que en todas estas observaciones habrá influido algo la del 1.°, ya que no es posible aislar completamente el termómetro de tal influencia, porque el punto, en donde penetra, no se halla resguardado como los demás, ni en él los fenómenos de la vida pueden seguir su curso natural; no puede, pues, defenderse en absoluto lo que dice el ilustre M. Becquerel de que todas las partes de la planta se calientan por la radiacion solar y se enfrian como los cuerpos inertes en el aire, siquiera se vea esa tendencia en el período de la vegetacion pasiva, segun hemos dicho; con tanto mayor motivo debe ser esto así cuanto que él mismo en la pág. 95 de dicha interesantísima memoria se espresa de esta suerte:

«Debemos hacer observar que los *vegetales poseen en sí mismos* la facultad de resistir durante cierto tiempo á un extremo enfriamiento sin experimentar lesiones orgánicas como lo hemos probado en una série de experiencias, que no dejan duda alguna en este concepto. Se ha llegado así á sospechar que existe en la organizacion de los vegetales una causa independiente de la conductibilidad, que lucha contra el enfriamiento por debajo de cero y los preserva durante algun tiempo de los desastrosos efectos de un gran frío. La accion varia con el diámetro del árbol y probablemente con la especie á que pertenece.»

Podríamos aumentar las citas en corroboracion de todo lo expuesto; pero lo creemos suficientemente probado, aunque será conveniente sujetar estas opiniones á la piedra de toque de experiencias hechas con todo rigor en puntos bien elegidos al efecto; entre tanto reasumiendo podemos decir:

---

(1) Memoria sobre los montes y su influencia climática, pág. 93 y siguientes.

*Que las hojas durante la vegetacion activa obran como causa frigorífica, siendo mayor su intensidad de dia que de noche y durante la pasiva probablemente como causa calorífica, es decir, que tienden, segun hemos dicho antes de ahora, á disminuir las extremas temperaturas y por lo mismo á suavizar los climas, sin que para ello precisamente alteren la temperatura media de una manera sensible y*

*Que las ramas y tallos de los árboles, cuando con la edad aparecen cubiertos de capas corchosas, obran como causas caloríficas, si bien con poquísima ó tal vez nula intensidad en el período de la vegetacion activa y con bastante mas en la pasiva, particularmente en las especies de hoja caduca; por lo mismo suplirán la influencia de aquellas en tales especies durante las bajas temperaturas; resultando para el árbol una influencia general moderadora.*

Es consiguiente á esto que no aceptamos la existencia de las corrientes ascendentes diurnas estivales, que supone M. Becquerel (1) deben producir en el aire sobre la copa del árbol el caldeamiento de las hojas por la radiacion solar y sí, en todo caso, en el período de la vegetacion pasiva; pero en cambio no solo creemos que las corrientes descendentes de la copa al suelo de los montes deben existir de noche, sino tambien, y mas especialmente, de dia durante el período de la vegetacion activa, aunque naturalmente no será fácil apreciarlas en las observaciones sobre árboles aislados, porque deben ser no solo anuladas sino rechazadas por las ascendentes que el caldea-

---

(1) Páginas 21 y 42 de las memorias sobre la temperatura del aire presentadas á la Academia de ciencias en 1863 y 10 de la referente á la lluvia, que tambien la presentó en 1867; esta opinion no nos parece conforme con lo que dice en la pag. 101 de la referente á la influencia climática de los montes de 1863, si bien es de advertir que no se expone allí la idea con bastante claridad; ni mucho menos que, en tal creencia, se pueda decir que esto no altera la ley de crecimiento de la temperatura del aire con la altura durante el dia, que sostiene en vista del resultado de sus observaciones ya referidas, como dice en las págs. 118 y otras de las memorias de 1863, de lo que ya nos hemos ocupado antes.

miento del suelo por la radiacion solar produce incontestablemente con mayor fuerza que aquellas.

Demostrada la influencia que en la temperatura del aire tiene cada una de las partes del árbol aislado, fácil nos será deducir la que á los montes corresponde; pero como ha de variar naturalmente con la latitud, altitud, exposicion é inclinacion de las pendientes, orografia general del terreno que los circunda, orientacion y distancia á que se encuentran las grandes cordilleras, los mares, lagos, rios, desiertos, estepas, etc., con las condiciones características de su suelo, con las de la especie ó especies que constituyen su vuelo, con su extension, método de beneficio, edad, espesura y otras muchas circunstancias, es indudable que no podemos deducir principios absolutos igualmente aplicables á los montes de tan diferentes condiciones y si solo dar una idea de lo que debe suceder, con lo que y conociendo las diferentes teorías en esta *primera parte* comprendidas, será fácil á cada observador deducir lógicamente consecuencias ciertas, si teniendo en cuenta las condiciones propias de cada lugar, sabe apreciar el efecto que á cada causa de influencia debe atribuirse; obrando así le será fácil darse razon de los efectos contrarios que con el descuaje se han obtenido en distintas localidades: bien quisiéramos ahorrarles este trabajo presentándoles un cuadro detallado de lo que debe suceder en distintas condiciones; pero como esto haría el presente *estudio* interminable, porque las combinaciones de la clase é intensidad de aquellas son infinitas é imposibles de tener en cuenta en una discusion general, si bien en el resumen de *esta parte primera* harémos algunas consideraciones, para que pueda apreciarse mejor la importancia en tal concepto de los montes altos sobre los bajos y de unos y otros sobre los campos y los yermos, al presente solo nos ocuparémos en dar una idea de la influencia térmica que en los climas templados deben tener los montes altos en buenas condiciones dasonómicas, ya sean de especies de hoja persistente ya caduca, pues esta condicion es de bastante importancia; no se olvide, tampoco

que hacemos abstraccion de la influencia térmica *indirecta* de los montes y por lo mismo que no bastará para declarar mala la teoría que establezcamos el que una observacion ó una série de ellas suministre resultados, que la contradigan *si con cuidado no se separa en ellas la parte correspondiente á las influencias estrañas, cuando se hayan hecho en montes de buenas condiciones dasonómicas*; esto advertido entremos en las breves consideraciones, que nos han de conducir al objeto final y esencial de este larguísimo estudio.

En el período de la vegetacion activa todos los árboles se presentan abundantemente de hojas revestidos formando una cubierta mas ó menos espesa, que mantiene abrigado el suelo de los montes, no solo de la influencia de los rayos solares sino tambien de las corrientes aéreas exteriores en mayor ó menor grado segun las condiciones del lugar y de la especie y por lo mismo mas húmedo, á lo que contribuyen mucho las condiciones inherentes al suelo forestal, segun hemos demostrado en el estudio anterior; consiguiente á esto es que su temperatura no se eleve durante el dia cual lo hacen los suelos descubiertos, y como la del aire que está debajo de la copas depende de aquella y de la que las corrientes le proporcionan, es natural que tambien sea menor que la característica del que fuera de los montes subsiste: al mismo fin coopera el funcionamiento de las hojas, pues enfriando el aire con ellas en contacto, segun lo antes dicho, produce corrientes descendentes especialmente á las horas de mas calor, que es cuando funcionan con mas actividad: esta cooperacion sin embargo no debe ser la misma para las especies de hoja caduca y persistente, por cuanto las primeras se presentan mas frescas y abundantes en jugos y es de presumir por lo mismo que obrarán con mayor intensidad á igualdad relativa de las demás condiciones; sin duda á esto debe atribuirse que cuando á las horas de mas calor se penetra en montes de una ú otra clase se percibe sensacion mas agradable en los de especie de hoja caduca, aunque pudiera tambien ser este efecto debido á que exigen para su desarrollo situaciones mas frescas y húmedas.

De noche, como el suelo no puede enfriarse por la radiacion celeste y las hojas no lo hacen mas que el descubierto, resultará que ó no habrá en la temperatura del aire superior á ambos diferencia sensible ó si existe la del suelo forestal será mayor, es decir que siempre resultará en él mucho menor la diferencia entre la máxima y mínima del dia, que la correspondiente al aire del suelo descubierto.

Durante el periodo de la *vegetacion pasiva*, disminuyendo como ya hemos dicho las condiciones frigoríficas y aumentando las caloríficas de los árboles y sus hojas desprendidas, de todo lo que depende la temperatura del interior de los montes, claro es que no será tan baja como en los suelos descubiertos, pero el efecto mayor sin duda alguna se debe á la no renovacion de tal admósfera y su abrigo de la influencia de los vientos glaciales del primero y cuarto cuadrante, que en los sitios descubiertos vienen en tal estacion á disminuir la ya baja temperatura producida por la vegetacion de las plantas herbaceas, que, como hemos dicho, obran entonces como causas frigoríficas poderosas.

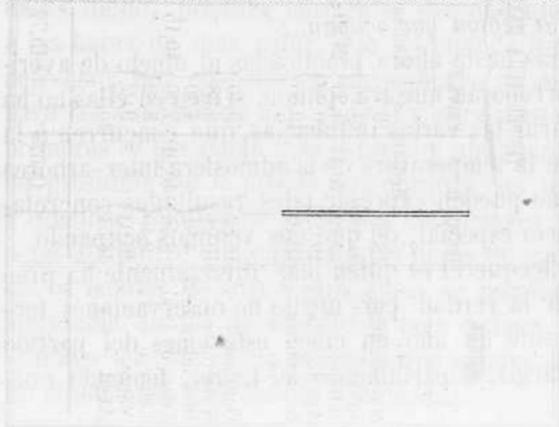
*Es decir, que analíticamente se deduce que la temperatura del aire es menor debajo que fuera de los montes durante las estaciones estivales y mayor durante las invernales, tendiendo en uno y otro caso á moderar las diferencias entre las máximas y mínimas diurnas y estacionales y consiguientemente á suavizar el clima de la region que ocupan.*

Las experiencias hasta ahora practicadas al objeto de averiguar el hecho corroboran nuestra opinion, si bien en ellas no ha sido posible separar las varias influencias, que concurren á la determinacion de la temperatura de la admósfera inter-arbórea y por lo mismo no pueden expresar tales resultados concretamente la influencia especial, de que nos venimos ocupando.

El ilustre M. Becquerel es quien mas directamente ha procurado investigar la verdad por medio de observaciones termométricas durante un año en cinco estaciones del partido judicial de Montargis, departamento del Loiret, teniendo cui-

dado de elegir las de diferentes condiciones bajo el punto de vista forestal; pero como en su memoria no las dá á conocer, ni las de la situacion y clase de los termómetros, de que se ha valido, nos es imposible apreciar el grado de importancia y prueba de que los resultados puedan servir; por lo tanto tampoco creemos conducente á nuestro objeto hacer de ellos una detenida discusion, ni darles por ahora mas valor que el de servir para indicar los que podrian obtenerse en otras circunstancias.

Tales resultados los consigna el ilustre fisico en su memoria sobre la lluvia presentada á la Academia de ciencias en 1867 y de los que aparecen en la página 51 para la estacion de la *Salvionnière* hemos copiado los fundamentales del adjunto estado, en que los ordenamos de la manera que juzgamos mas conforme á nuestro propósito de patentizar la marcha de las temperaturas máximas y mínimas y sus diferencias debajo y fuera de los árboles en cada uno de los períodos de la *vegetacion activa y pasiva*, en cuanto es posible con estos resultados sin duda obtenidos no en las mejores condiciones para dar á conocer la influencia buscada y sobre todo de interpretacion difícil por no conocerse las condiciones del lugar y forma de la observacion; mas apesar de todo sirven indudablemente para indicar de qué lado está la verdad buscada y por eso sobre ellos llamamos la atencion de nuestros lectores.



Estado de las temperaturas máximas y mínimas debajo y fuera de los árboles durante cada uno de los períodos de la vegetación activa y pasiva deducidas de las observadas por Mr. Becquerel desde Diciembre de 1865 á Noviembre de 1866 inclusive en La Salvionnière, partido judicial de Montargis, departamento del Loiret (Memoria sobre la lluvia 1867 pág. 51.)

MESES.	TEMPERATURA MÁXIMA.				TEMPERATURA MÍNIMA.				DIFERENCIA ENTRE LAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS.			
	Debajo D.		Fuera F.		Debajo D.		Fuera F.		Debajo.		Fuera.	
	Medias	Diferencia D-F.	Medias	Diferencia D-F.	Medias	Diferencia D-F.	Medias	Diferencia D-F.	Medias	Diferencia D-F.	Medias	Diferencia D-F.
Mayo de 1866..	18,20	4,45	16,75	0,34	5,93	6,27	0,34	42,27	7,12	42,27	10,48	7,78
Junio »	24,18	0,48	24,66	1,04	41,43	42,47	1,04	42,75	7,25	42,75	7,49	7,49
Julio »	22,22	-0,84	24,23	-0,84	42,74	43,30	-0,56	43,30	6,92	42,49	5,92	5,92
Agosto »	19,22	1,72	20,94	1,72	41,34	41,62	0,28	41,62	8,26	40,02	7,80	7,80
Setiembre »	18,40	1,45	19,85	1,45	40,69	40,97	0,28	40,97	8,23	9,32	7,58	7,58
Octubre »	14,82	0,58	15,40	0,58	7,70	7,62	0,08	7,62	13,06	8,88	10,03	10,03
Noviembre »	10,21	0,33	9,88	0,33	2,96	2,39	0,57	2,39	9,14	8,90	8,90	8,90
Diciembre 1865.	4,91	0,71	4,20	0,71	2,04	1,72	0,32	1,72	6,74	6,74	6,74	6,74
Enero de 1866..	8,46	0,50	7,96	0,50	2,69	2,69	0,00	2,69	0,18	0,18	0,18	0,18
Febrero »	9,40	0,58	8,82	0,58	2,74	2,32	0,42	2,32	0,13	0,13	0,13	0,13
Marzo »	10,03	1,01	9,02	1,01	4,80	4,44	0,36	4,44	0,26	0,26	0,26	0,26
Abril »	18,54	2,77	15,77	2,77	5,48	5,74	0,26	5,74	0,18	0,18	0,18	0,18
			15,67		6,56	6,56		6,56				
			45,72		0,04	0,04		0,04				
					6,74	6,74		6,74				
					0,18	0,18		0,18				

Relativamente á las *temperaturas máximas* se observa en el estado anterior que todas las medias mensuales correspondientes al período de la vegetacion activa son, á escepcion de la del mes de Mayo, menores debajo que fuera de los árboles y mayores durante el de la vegetacion pasiva á escepcion del mes de Octubre; como estas escepciones recaen precisamente en el primer mes de cada período pudieran ser motivadas porque el admitido no concuerde con el que corresponde á la especie ó especies características del lugar de observacion, que no nos ha dado á conocer el ilustre M. Becquerel; esta constancia aun en las escepciones y el resultado de las medias generales corroboran de una manera sorprendente nuestra teoría.

No se deducen de la observacion de las *temperaturas mínimas* resultados tan concluyentes, pero sí la corroboran, porque mientras durante el primer período la diferencia media se presenta negativa, dando á entender la grande influencia frigorífica de los árboles, en el segundo el signo positivo de la diferencia media justifica tambien nuestros asertos.

Tampoco los contradice la diferencia media entre la máxima y la mínima debajo y fuera de los árboles en el período de la vegetacion activa, ya que la primera es menor que la segunda justificando nuestras analíticas deducciones, pero si les es contraria la de la vegetacion pasiva sin que podamos darnos razon de este resultado por no conocer bastante la localidad y las condiciones de la observacion.

Resulta de lo expuesto que de las seis medias generales deducidas cinco comprueban nuestra teoría y una la contradice en punto sin embargo secundario.

Examinando la media anual de las diferencias en las máximas y las mínimas se vé que la admósfera inter-arbórea resulta de una temperatura media inferior á la del terreno descubierta; esto hará creer á alguno de nuestros adversarios que la influencia frigorífica de los árboles es perniciosa, pues que tanta importancia dan á la temperatura media anual; pero si reparan en que, segun de lo dicho se desprende, es aquella di-

ferencia debida á que disminuyen los calores del verano mas que templan los frios del invierno correspondiente unos y otros á los terrenos descubiertos adyacentes, de manera que debajo de los árboles hay tendencia al equilibrio entre las temperaturas extremas, exactamente lo mismo que se observa en la influencia de los mares y fuera de aquellos la tendencia es contraria á la manera que obran los grandes continentes, creemos que irán comprendiendo ahora cuán poca importancia tiene la temperatura media anual, cuán mucha y benéfica influencia los montes en la temperatura, pues no es de suponer desconozcan las ventajas de los climas templados de las costas ó marítimos sobre los extremados continentales.

No menos que las mencionadas observaciones termométricas justifican nuestras deducciones analíticas las practicadas en las cercanías de Nancy por orden de la Direccion general de montes del vecino imperio en 1867 bajo la direccion del ilustre M. Mathieu, profesor de Historia natural aplicada de la Escuela forestal y principalmente encaminadas á determinar la cantidad de agua llovida y evaporada sobre, debajo y fuera de los montes : como en el estudio siguiente expondrémos circunstanciadamente las condiciones de los lugares de observacion y los resultados udométricos y admidométricos obtenidos en dicho año y el anterior que, dicho sea de paso, corroboran en un todo la teoría establecida sobre la influencia térmica de los montes, como entonces verémos, aquí nos hemos de concretar ó copiar el capítulo, que la memoria publicada sobre aquellos trabajos consagra á la cuestion de la temperatura, creyendo necesario hacerlo así para que se vea la perfecta igualdad de nuestra opinion y la del eminente naturalista, que no conocíamos cuando la nuestra formulamos: los meses de observacion concuerdan sensiblemente con el periodo de la vegetacion activa y por lo mismo á él pueden aplicarse las medias generales deducidas, aunque resultarían mas significativas si pudieran clasificarse las de todos los meses del año en la forma establecida, como se deduce de las consecuencias é indicaciones del emi-

nente naturalista tan conformes con nuestras deducciones analíticas: dice así la memoria referida:

«No ha sido hasta ahora posible (1), se dice en la misma, establecer experiencias para estudiar la marcha comparativa de la temperatura del aire y del suelo en los montes y en los campos.

»Sin embargo estando provistos de termómetros los depósitos evaporantes (de los admidómetros), se han anotado sus indicaciones y ha parecido conveniente publicarlas.

(1) Se sobreentiende en los lugares de observacion, á que en la memoria vá haciendo referencia.

Al entrar en prensa este pliego recibimos de nuestro ilustrado y querido amigo y compañero M. Bouquet de la Grye la memoria relativa á las observaciones de 1868, cuyos resultados confirman en todo las consecuencias deducidas de la anterior por el ilustre M. Mathieu, que insertamos en las páginas siguientes: se refieren á todo el año excepto los meses de Enero y Febrero, en que las interrumpió la congelacion del agua de los depósitos; si bien este accidente no permite comprobar *completamente* nuestras analíticas deducciones las justifican bastante los siguientes resultados de los consignados en la pág. 11 deducidos.

#### TEMPERATURAS MEDIAS PERIÓDICAS.

##### *Período de la vegetacion activa.*

	Mañana. M.	Tarde. T.	Diferencia. M-T.
Fuera de los árboles. . . .	17°32	23°76	5°94
Debajo de id. . . .	14°64	15°45	0°80
Diferencias. . . .	3°18	8°31	5°14

##### *Período de la vegetacion pasiva.*

Fuera de los árboles. . . .	7°03	8°73	1°71
Debajo de id. . . .	6°37	7°16	0°59
Diferencias. . . .	0°48	1°59	1°10
Diferencias medias anuales.	2°70	6°72	4°03

Con las diferencias negativas de Enero y Febrero se anularían por lo menos las del período de la vegetacion pasiva, si no resultaban negativas corroborando por completo nuestras analíticas deducciones; de todos modos comparando los de uno y otro período se vé claramente la benéfica influencia de los montes y mas patente se haría comparando la estacion forestal de Cinch-Tranchées con la agrícola de Amance.

# ESTACION DE BELLE-FONTAINE.

MESES.	TEMPERATURA MEDIA DEL AGUA DE LOS DEPOSITOS.				DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA.				OBSERVACIONES.	
	Fuera de los árboles.		Debajo de los árboles.		Fuera y debajo de los árboles.		De la tarde y la mañana.			
	Mañana.	Tarde.	Mañana.	Tarde.	Mañana.	Tarde.	Fuera de los árboles.	Debajo de los árboles.		
Enero. . . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Las observaciones termométricas lo propio que las admitométricas fueron interrumpidas por la helada. Las temperaturas se han observado desde el 1.º de Abril al 15 de Setiembre á las 6 de la mañana y á las 6 de la tarde; desde el 16 al 30 de Setiembre á las 6 1/2 de la mañana y á las 5 1/2 de la tarde; desde el 1.º al 31 de Octubre á las 7 de la mañana y á las 5 de la tarde.
Febrero. . . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Marzo. . . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Abril. . . . .	10° 63	12° 30	9° 15	10° 40	1° 48	1° 90	1° 67	1° 25	»	
Mayo. . . . .	13,41	19,53	10,71	12,06	2,70	7,47	6,12	1,35	»	
Junio. . . . .	16,80	23,08	13,09	13,97	3,71	9,11	6,28	0,88	»	
Julio. . . . .	17,54	22,46	13,37	14,48	4,17	7,98	4,92	1,11	»	
Agosto. . . . .	17,97	24,75	15,00	15,60	2,97	9,15	6,78	0,60	»	
Setiembre. . . . .	14,73	18,50	13,36	14,23	1,37	4,27	3,77	0,87	»	
Octubre. . . . .	8,16	9,46	7,50	8,12	0,66	1,34	1,30	0,62	»	
Noviembre. . . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Diciembre. . . . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Media de los 7 meses. . . . .	14,17	18,58	11,74	12,69	2,43	5,89	4,41	0,95	»	
Media general. . . . .	16,38				12,22					
Diferencia media entre la temperatura fuera y debajo de los árboles. . . . .	4° 16									

»Sin pretender que las cifras precedentes, facilitadas por el agua de los admidómetros, representen la temperatura del aire ó del suelo de los campos y los montes; reconociendo que la semisuma de las temperaturas de la mañana y de la tarde no expresa la media diurna verdadera y que no podría servir para establecer las medias mensuales de una rigorosa exactitud, parece sin embargo posible sacar de la comparacion de los resultados consignados mas arriba, si no *leyes absolutas*, al menos *relaciones*, cuya exactitud no podría ponerse en duda. Pues estas relaciones es lo que ante todo importa establecer y creemos que los termómetros metidos en el agua de los depósitos evaporantes las expresan tan bien como los que estuvieran puestos en el aire ó en el suelo.

»Una de estas relaciones concierne á la temperatura general de los campos y los montes.

»En los siete meses de observacion, de Abril á Octubre, la temperatura ha sido constantemente mas elevada en los primeros que en los segundos, tanto por la mañana como por la tarde ( $4^{\circ},16$  término medio); la diferencia mínima ha correspondido á los meses de menos calor, *Abril y Octubre*; la máxima á los de temperatura mas elevada, *Junio, Julio y Agosto*.

»Cuando las observaciones termométricas estén completamente establecidas y puedan hacerse durante todo el año, *será interesante investigar si la relacion que expresa las temperaturas fuera y debajo de los árboles cambia en invierno, cuando la radiacion enfria mas la tierra de lo que la calienta el sol, si, en una palabra, la temperatura del suelo y del aire de los montes es en tal estacion superior á la de los campos.*

»*Aun cuando esta sospecha se realizara, es poco probable que la elevacion de la temperatura del invierno compensara en los montes la disminucion de la del verano, y se puede desde luego asegurar que los montes tienden á bajar la temperatura media anual de un lugar. Pero si la bajan un poco, es porque modifican los términos extremos regularizando el clima, al menos con referencia á los calores estivales. En los campos vemos en Agosto*

que la temperatura de la tarde excede  $9^{\circ},15$  á la del monte, mientras que en Octubre esta diferencia baja á  $1^{\circ},54$ .

»La accion reguladora de los montes se manifiesta con la misma evidencia cuando se comparan las temperaturas de los diferentes meses del año y aun las de las distintas horas del dia.

»En efecto, durante los siete meses de observacion la temperatura debajo de los árboles ha variado por la mañana desde  $15^{\circ}$  (Agosto) á  $7^{\circ},50$  (Octubre) con una diferencia entre la mayor y la menor de  $7^{\circ},15$ ; por la tarde ha bajado de  $15^{\circ},60$  (Agosto) á  $8^{\circ},12$  (Octubre) con una diferencia casi igual á la anterior de  $7^{\circ},48$ . Fuera de los árboles no sucede lo mismo, pues por la mañana alcanzó en agosto  $17^{\circ},97$  para bajar en octubre á  $8^{\circ},46$  con un decrecimiento de  $9^{\circ},81$ ; por la tarde presentó oscilaciones mucho mas considerables todavía, pues de  $24^{\circ},75$  cifra del mes de Agosto, llegó en Octubre á la de  $9^{\circ},46$  con un descenso de  $15^{\circ},29$ , que es el doble del que se produjo debajo de los árboles en la misma época.

»Las mismas consecuencias se deducen en la comparacion de las temperaturas matutinas y vespertinas, funciones consiguientes de las de la noche y del dia.

»Debajo de los árboles la temperatura matutina no es inferior á la vespertina sino en  $0^{\circ},95$  término medio obtenido de los extremos poco diferentes,  $1^{\circ},25$  en Abril y  $0^{\circ},60$  en Agosto. Fuera de los árboles al contrario, la diferencia entre la temperatura de la mañana y de la tarde se ha elevado á  $4^{\circ},41$  término medio, en Agosto al máximo de  $6^{\circ},78$  sin descender en Octubre á menos de  $1^{\circ},50$ .

»De manera que tanto de estacion á estacion, como de mes á mes, de la mañana á la tarde ó del dia á la noche, se hace sentir la accion reguladora de los montes en la temperatura y esto con tanta mayor energía cuanto mas brusca y exagerada es aquella y sus cambios. No es solo ya la impresion personal de los que frecuentan los montes que lo atestigua; son experiencias directas que lo afirman y que, cuando se continúen, y mejoren, lo afirmarán sin duda mas cada vez.

»Los montes en ciertos conceptos obran sobre el clima como lo hacen los océanos y tienden, al menos en lo que se refiere á la temperatura, á darle el carácter uniforme que distingue al de las regiones litorales.

»Tal es la conclusion que se desprende de las observaciones recogidas hasta hoy sobre la temperatura comparada de los montes y los campos; tenemos la satisfaccion de recordar que ella es una de las que han formulado los Sres. Becquerel al fin de sus preciosos y notables trabajos de meteorología forestal.» (Memoria presentada á la Academia de ciencias de Francia en 7 de Enero de 1867).

De esta suerte comprobadas nuestras deducciones analíticas en cuanto á la temperatura debajo de los árboles se refiere, pocas palabras nos bastarán para exponer lo que sobre ellos debe suceder, ya que lo dejamos indicado en las páginas anteriores.

La atmósfera inmediatamente superior á las copas es consiguiente que ha de participar de la influencia de las hojas y cuando estas, durante el periodo de la vegetacion pasiva, no subsisten en el árbol, de la que corresponde á las ramas, ya que unas y otras de aquella toman en unos casos la temperatura que necesitan para sus funciones trasmitiéndosela en otros y siempre tendiendo á equilibrar la que á cada una le es propia; por lo tanto habiendo explicado con bastante detenimiento la influencia de tales órganos de dia y de noche en cada uno de los dos periodos de la vegetacion activa y pasiva y la procedencia de la temperatura del aire, no es necesario á nuestro entender hacer nuevos razonamientos para justificar que la del de sobre los montes deber ser:

*Durante el periodo de la vegetacion activa, de dia menor que la del que está sobre el suelo desnudo de vegetacion y de noche igual ó mayor y*

*Durante el periodo de la vegetacion pasiva siempre mayor la primera que la segunda, aunque no será grande la diferencia, si de la que resulte en la observacion termométrica se elimina*

*la parte correspondiente á la influencia del monte como abrigo.*

Ahora bien, resultando durante el período de la vegetacion activa, *de dia* inferior la temperatura del aire debajo y sobre los árboles de los montes que la del suprayacente al suelo de ellos desnudo y *de noche y durante el período de la vegetacion pasiva superior*, indudable es que en el primer período la corriente ascendente, que la radiacion solar produce sobre tales suelos, ha de motivar, cuando están contiguos á los montes, corrientes refrigerantes de estos á aquellos (1) así como en el segundo su templada atmósfera ha de contribuir á moderar los frios producidos en los suelos desnudos por contacto, además de preservar su atmósfera propia de los vientos septentrionales, obrando como abrigos inmejorables cuando están convenientemente situados: de manera que puede asegurarse, que *los montes por influencia propia tienden á disminuir los calores estivales y los frios del invierno de las comarcas próximas y aun muchas veces de las lejanas, á donde las corrientes conducen el aire templado en ellos*, abrigándolas además, como repetidas veces hemos dicho, de los vientos del 1.º y 4.º cuadrantes, que en sus bajas temperaturas tanto influyen.

Esta nuestra opinion no está conforme con la emitida por el ilustre M. Becquerel en sus citadas memorias y muy especialmente en la de 1867, (pág. 10) en que se espresa así: «*Se concibe la influencia que los árboles ejercen sobre la temperatura de la capa de aire que los envuelve: á medida que el sol se eleva por encima del horizonte, los árboles se caldean mas que la temperatura del aire que los rodea, la que elevándose dá*

---

(1) Tal vez á esta causa serán debidas las brisas de montaña observadas entre otros por M. Fournet, que tanta influencia tienen en los vientos locales y consiguientemente en el clima de las comarcas montañosas.

Las frescas brisas de los montes á los terrenos desnudos de vegetacion son fáciles de comprobar en las comarcas forestales por observacion directa y por el testimonio de la gente de los campos, que tanto observa la naturaleza, aunque que se ocupe poco de investigar las causas remotas que producen los efectos que les impresionan.

*lugar á una corriente de aire cálido ascendente. Estos efectos van aumentando hasta el momento de la máxima temperatura diurna; inmediatamente despues, el caldeoamiento de los árboles es menor, la corriente ascendente de aire cálido disminuye, y cuando llega al ocaso, la radiacion celeste, que no ha dejado de obrar durante el dia, supera á la radiacion solar y apresura el enfriamiento de los árboles. No estando la masa entera de estos sometida á la radiacion nocturna, conserva hasta una hora mas ó menos avanzada de la noche una porcion del calor adquirido en el dia; cuando este calor se disipa enteramente las hojas se enfrian por la accion de la radiacion nocturna, de manera que produce un exceso de temperatura en sentido inverso. Se vé aquí porque las medias de temperatura del aire diurnas y mensuales, sobre y lejos de los árboles, presentan muy pequeñas diferencias, cuando durante el dia estas diferencias son bastante considerables;» pero como creemos haber señalado suficientemente en donde está la equivocacion del ilustre fisico y demostrado porque es mas aceptable la teoría que hemos adoptado, consideramos innecesario detenernos á hacer mas extensos razonamientos sobre este particular y mucho menos á rebatir la hipótesis, que en la pág. 166 de su citada obra hace M. Vallés, de que por lo mismo que la temperatura inter-arboorea es menor que la del aire de los suelos descubiertos, la superior á los árboles debe ser mayor; pues basta y sobra para ello con lo antes expuesto.*

De buen grado antes de dar por terminado este larguísimo cuanto interesante estudio, discutiríamos la influencia térmica comparativa entre diferentes montes, diversos campos y los yermos para dar á conocer la grandísima importancia en tal concepto de los montes altos; pero como esto nos conduciría á consideraciones relacionadas con la que en otros tienen, creemos mas oportuno dejar este trabajo para el resumen de esta primera parte pues así podremos llenar cumplidamente nuestro objeto apoyándonos en todas las influencias demostradas.

---

## ESTUDIO CUARTO.

### **Los montes en sus relaciones con los hidrometeoros y distribucion de sus aguas sobre y dentro de la capa superficial de la tierra.**

SUMARIO. I. De la humedad del aire. Definicion; modo de medirla; variaciones mensuales y diurnas. No disminuye con la altitud y con la altura como dice M. Daguin; aumenta, segun M. Becquerel, de N. á S. y de O. á E. Tiene mucha importancia como causa originaria de los hidrometeoros y por su influencia directa en la vida de los séres. *Los montes* aumentan y regularizan la humedad en el período de la vegetacion activa y probablemente la disminuyen en el de la pasiva comparados con los *suelos desnudos*, que obran en sentido contrario y los *agricolas* ya en éste, ya en aquel, segun fueren la época y condiciones vegetativas de la especie característica.—II. Del rocío. Definicion; teorías diversas sobre su formacion; cantidad; influencia en la vida vegetal. *Los montes* le aumentan en las épocas de mas calor. Del relente y la escarcha.—III. De las nieblas y las nubes, la lluvia y la nieve. Definicion, origen y formacion. Suspension en el aire del vapor acuoso. Formas típicas de las nubes.—Lluvias y nieve extraordinarias. Formas cristalinas de la nieve. Modo de medir estos hidrometeoros. Utilidad de las experiencias udométricas para el cultivo y para evitar en parte los daños de las inundaciones. Influencia de la altura del udómetro en los observatorios. La cantidad de agua llovida, el número de días y la magnitud de los intervalos disminuye del ecuador á los polos; lluvias periódicas en las regiones tropicales; dependen en gran parte de las condiciones locales. Zonas de lluvias y nieves en Europa, segun M. Gasparin. Con la altitud aumenta la cantidad. La exposicion influye por su temperatura característica. Los vientos obran segun su procedencia y las condiciones del camino que recorren; en Europa, de ordinario, son lluviosos los del 2.º y 3.º cuadrantes y secos los del 1.º y 4.º Las condiciones topográficas y orográficas influyen mucho en la lluvia por la compresion, desvio y elevacion, que determinan en los vientos; llueve mas en los valles y montañas que en los llanos y mesetas. La lluvia disminuye alejándose de las costas. *Los montes*, en el período de la vegetacion activa, influyen en la lluvia aumentando la evaporacion y la condensacion y en el de la pasiva solo incompletamente en el último concepto demostrando la experiencia que en el primer período llueve en ellos el 23.9, en el 2.º 7.9 y en todo el año 13.4 p.Σ mas que en los campos de iguales condiciones, *llegando al suelo forestal* 15.3 en el primer período, 2.2 en el 2.º y en todo el año 6.9 p.Σ mas agua que la llovida en

los campos y consiguientemente mucha mas que al suelo de los mismos. MM. Mariè-Davy y Vallés no tienen razon para contradecir la benéfica influencia de los montes en la lluvia admitida por la pública opinion.—IV. **Del granizo.** Definicion y clasificacion. Teorias diversas sobre su formacion y caida. Daños que ocasiona. *Los montes* los disminuyen en los pueblos, que están del lado opuesto á los vientos, que acompañan su caida, ya por la influencia que en estos tienen, ya tambien descargando de electricidad las nubes tormentosas, de que procede el granizo, cuando entran en los límites de su accion.—V. **Distribucion del agua llovida y la procedente de la nieve.** De ella, parte se evapora, parte se filtra y el resto corre por la superficie. *Los montes* aumentan las dos primeras á expensas de la última y lo contrario hacen los suelos desnudos y agrícolas. *Manantiales.* Origen, formacion, clasificacion é importancia. *Los montes* dan lugar á los superficiales y aumentan el caudal de los profundos. *Los suelos desnudos y agrícolas* obran de ordinario en sentido inverso. *Torrentes é inundaciones.* Definicion, causas originarias, y clasificacion; daños que ocasionan. *Si el descuage de los montes los produce, su repoblacion es el medio mas eficaz y muchas veces único de extinguirlos.*—VI. Breve resúmen de la benéfica influencia de los montes en los hidrometeoros. Opinion de los ilustres MM. Humboldt, Bousingault, Becquerel y otros. Necesidad é influencia del agua en la vida de los seres y la consiguiente de los montes, que nos la proporcionan en las apetecibles condiciones.

## I.

Si grande es la influencia que en la materia orgánica, viva ó muerta, y en la inorgánica tiene la temperatura, no lo es menos seguramente la que al agua en sus diferentes estados corresponde; siendo esto así, el objeto del presente estudio en nada desmerece del que en el anterior nos dió motivo para ocupar tan vasto espacio; antes bien aquí se nos presentará ocasion de corroborar las verdades entonces demostradas al patentizar los peligros de que los montes nos pueden libértar y los beneficios que en otro concepto producirnos pueden, que dependientes y correlativos son los vários factores del clima y las causas, que afectan á la física terrestre.

Hechos claros, precisos y tangibles nos servirán de base y conducidos serémos de ordinario por la poderosa mano de sábios eminentes; pero como no para todas las partes del todo, que deseamos dar á conocer, de aquellos disponemos, ni los últimos dejaron de interpretarlos equivocadamente algunas ve-

ces, ni bastan sus razonamientos para dejar aclarada la verdad, ni ha faltado quien, con buena fé sin duda, la ha oscurecido mas y mas, aunque en obsequio á la brevedad reduzcamos en lo posible la descripcion de ciertos hechos mal observados y las consideraciones que nos sugieran; aunque por no molestar tanto á nuestros benévolos lectores ni traspasar en demasía los límites, que nos habíamos impuesto, sintelicemos en pocas palabras algunas largas descripciones inexactas y sus erróneas consecuencias, no podrémos menos de ocupar gran número de páginas en asunto de tanta monta; porque no alcanzariamos nuestro objeto si dejáramos pasar desapercibidas teorías interesantes dignas de ser conocidas, si á ellas no dedicáramos algunas observaciones y si en la refutacion del modo de interpretar los sábios ciertos hechos omitiéramos todas las razones necesarias para convencer al mas pertináz de que en efecto se equivocaron; estos motivos son, como en el estudio anterior, tanto mas atendibles, cuanto que careciendo de autoridad en el mundo científico, si en claro no ponemos nuestro modo de ver, es consiguiente que por muchos serían atribuidas nuestras objeciones á un deseo de distinguirnos ó á una vana ilusion de nuestra pobre inteligencia, como tal vez sea cierto; mas por si no lo es y con ello puede la ciencia progresar y esclarecerse el problema de los montes los consignamos, si quiera de esta suerte nos alejemos algun tanto del fin apetecido, al parecer sin motivo que justifique bastante nuestro proceder, porque los que ya las conozcan, los que no nos vean de ellas sacar desde luego consecuencias, no comprenderán quizá la necesidad de consignar ciertas teorías y curiosos datos, que sin embargo mas adelante podrán servirnos y siempre darán luz para que los poco versados en estas materias vean mas claro el problema de los montes y otros de comun aplicacion á los usos de la vida; nuestra divisa es extender lo conocido y aclarar lo que no lo es, por eso obramos como lo hacemos.

Hecha esta advertencia, ó mejor dicho recuerdo, entremos en materia.

Bajo el nombre comun de *hidrometeoros* se comprenden todos los fenómenos admosféricos, á que el vapor de agua en el aire contenido da lugar, como el rocío, relente y escarcha, la niebla y nubes, la lluvia, la nieve y el granizo en sus diferentes estados y proporciones; de su origen, formacion, cantidad, y distribucion del agua que producen y su influencia en la vida y en la materia y de la que en ellos tienen los montes en general, los campos y los terrenos de vegetacion desnudos habremos de ocuparnos con la posible brevedad dejando para el resumen de esta *primera parte* muchas consideraciones complementarias, que de manifiesto pongan las diferentes influencias de estas condiciones locales; pero como todos los hidrometeoros de la *humedad* dependen directamente mas bien que de la cantidad absoluta de vapor, despues de dar algunas ideas generales sobre ambas condiciones del aire habremos de ocuparnos con detenimiento de la influencia, que en aquella tengan los montes, los campos y los suelos de vegetacion desnudos, ya que de base nos servirá este trabajo para las demás, que pretendemos evidenciar en este estudio.

Hemos dicho anteriormente (pág. 5) que el vapor de agua es uno de los componentes del aire de la admósfera; no es, sin duda, como el azoe y el oxígeno elemento esencial y necesario á la formacion de tal fluido, pero sí, como el ácido carbónico, aunque accidental, constantemente unido á aquellos en la admósfera se encuentra, como es fácil comprobar si en la que mas seca aparezca á nuestros sentidos se pone un vaso conteniendo hielo, ó de otro modo cualquiera se produce un rápido y notable descenso de temperatura, pues pronto sus paredes exteriores resultarán empañadas y despues cubiertas de pequeñas gotitas de agua ó una ligera capa de hielo, que no puede proceder sino de la condensacion del vapor en el aire contenido.

Tambien entonces dijimos que, aunque por término medio los físicos aprecian su cantidad en 0,006 del volúmen del aire, es esencialmente variable y en efecto, no solo depende de la temperatura y de los vientos de lejano origen, de su proxi-

midad al mar ó á vastos desiertos, sino tambien de las formas y condiciones geonómicas del suelo, de la vegetacion que le cubre, de las aguas estancadas y corrientes, de las brisas y muchas otras causas locales, que hacen imposible la determinacion de las relaciones y en cierto modo inútiles los tipos medios á grandes comarcas señalados por distinguidos agrónomos con mejores deseos que datos para ello; por eso ahora, como al hablar de las líneas térmicas, aconsejarémos la localizacion de las observaciones y que se evite en lo posible fundar propuestas en cifras medias, que solo al error pueden conducir; no obstante esto, es incuestionable que si tenemos presente que los mares ocupan los  $\frac{3}{4}$  de la superficie del globo que habitamos y que de la en que el agua se halla extendida, de la temperatura y de los vientos, que arrastran el aire saturado, depende la mayor cantidad y rapidéz en la evaporacion del agua, como ya dijimos (pág. 95) no puede ponerse en duda que será fácil consignar ciertos principios fundamentales de la teoría y muy especialmente, que si la evaporacion del agua de los mares es el principal origen del vapor acuoso en la admósfera contenido, las condiciones locales no dejarán de influir en los hidrometeoros característicos de cada comarca, no solo condensando en mayor ó menor grado aquellos vapores y reteniendo mas ó menos del agua resultante, sino tambien produciéndolos con esta mas ó menos pronto y en cantidad mayor ó menor; y como quiera que en la mano del hombre no esté modificar aquella causa primordial, aunque sí, en ciertos límites, librarse de sus perniciosos efectos y utilizar los provechosos con las modificaciones de algunas circunstancias locales, en esto y aquellas influencias secundarias mas habremos de fijar nuestra atencion.

El equilibrio en las moléculas de los cuerpos, que constituye su forma, depende de las fuerzas atractivas y repulsivas, que obran sobre aquellas; si las primeras están en relacion con las condiciones de afinidad de las moléculas y con la presion exterior, que sobre ellos se ejerce, las segundas lo están á su

vez con el grado de calor; así es que la *fuerza elástica ó tension*, que esta determina, debe ser igual á la *presion*, que sobre aquellas obra, para que el equilibrio exista; de aquí que tales expresiones se tomen como sinónimas unas de otras.

«La cantidad de vapor necesario para saturar un espacio dado á cierta temperatura, es independiente, dice M. Becquerel, (*Élèments de Phisique terrestre*, etc. pág. 352) de la *presion exterior* de los gases; de tal suerte que las moléculas de vapor resbalan entre las del aire, y se forman en los gases como en el vacío, aunque mas lentamente.

»La fuerza elástica del vapor, cuando el espacio está saturado, se llama *fuerza elástica máxima ó tension máxima* del vapor y el *grado higrométrico ó el grado de humedad* es la relacion de la fuerza elástica del vapor, que se halla en este momento en este espacio, á la que se observaría si el último estuviera saturado. Llamando  $f$  la fuerza elástica del vapor de agua, que se halla en un instante dado en el aire y  $F$  la máxima en las mismas circunstancias,  $\frac{f}{F}$  medirá la *humedad*. Concíbese muy bien, segun esto, que el aire puede tener la misma humedad y no la misma cantidad absoluta de vapor; pues si la temperatura se eleva, la fuerza elástica máxima aumenta y siendo mayor  $F$ , puede serlo así mismo  $f$ , que indica la cantidad de vapor de agua en el aire contenido, sin que la relacion  $\frac{f}{F}$  haya cambiado. *No debe nunca olvidarse que esta relacion es la que mide la humedad y de ninguna manera la tension  $f$  considerada aisladamente.*»

Para hacer esto mas fácilmente comprensible bastaría consignar los resultados obtenidos por M. Regnault sobre la cantidad de vapor en un metro cúbico de aire saturado contenida y su tension á diferentes temperaturas, que aparecen en la citada obra de M. Becquerel (pág. 354); pero como del aumento que en la tension y peso experimenta por cada grado, que la temperatura crece y de la diferencia absoluta y media entre los sucesivos podrémos deducir la exactitud de aquellos y otras consecuencias dignas de tenerse en cuenta, hemos creído conveniente de todo ello formar el siguiente estado :

Gra- dos de tem- pera- tura.	Tension máxima del vapor de agua en mm. de mer- curio.	Peso del vapor conteni- do en 1 metro cúbico de aire saturado	AUMENTO POR CADA GRADO EN				DIFERENCIA ENTRE LOS AUMENTOS SUCEIVOS EN			
			La tension.		El peso.		La tension.		El peso.	
			1. <sup>a</sup> grados	2. <sup>a</sup> mm.	3. <sup>a</sup> gramos.	4. <sup>a</sup> mm.	5. <sup>a</sup> gramos.	Medias.	6. <sup>a</sup> mm.	Medias.
--10°	2'078	2'302								
— 9	2'261	2'495	0'183		0'193		0'012		0'013	
— 8	2'456	2'701	0'195		0'206		0'013		0'014	
— 7	2'666	2'921	0'210		0'220		0'014		0'015	
— 6	2'890	3'156	0'224		0'235		0'017	0'015	0'015	0'015
— 5	3'131	3'406	0'241		0'250	0'2613	0'015	0'016	0'016	0'015
— 4	3'387	3'672	0'256		0'266		0'019	0'018	0'018	0'018
— 3	3'662	3'956	0'275		0'284		0'019	0'018	0'041	
— 2	3'955	4'281	0'293		0'325		0'019	-0'03		
— 1	4'267	4'575	0'312		0'294		0'021	0'046		
0	4'600	4'915	0'333		0'340		0'007	0'005		
1	4'940	5'260	0'340		0'345		0'022	0'018		
2	5'302	5'623	0'362		0'363		0'023	0'024		
3	5'687	6'010	0'385		0'387		0'025	0'023		
4	6'097	6'420	0'410		0'410	0'4330	0'027	0'015	0'015	0'015
5	6'534	6'845	0'437		0'425		0'027	0'046		
6	6'998	7'316	0'464		0'471		0'027	0'017	0'017	0'017
7	7'492	7'804	0'494		0'488		0'030	0'030		
8	8'017	8'322	0'525		0'518		0'032	0'029	0'029	0'029
9	8'574	8'869	0'557		0'547		0'034	0'029	0'029	0'029
10	9'165	9'445	0'591		0'576		0'036	0'034	0'034	0'034
11	9'792	10'035	0'527		0'610		0'038	0'031	0'031	0'031
12	10'457	10'696	0'665		0'641		0'040	0'046	0'046	0'046
13	11'162	11'383	0'705		0'687		0'041	0'033	0'033	0'033
14	11'908	12'103	0'746		0'720	0'7866	0'045	0'037	0'037	0'037
15	12'699	12'860	0'791		0'757		0'046	0'004	0'004	0'004
16	13'536	13'621	0'837		0'761		0'048	0'122	0'122	0'122
17	14'421	14'504	0'885		0'883		0'051	0'006	0'006	0'006
18	15'357	15'393	0'936		0'889		0'053	0'045	0'045	0'045
19	16'346	16'327	0'989		0'934		0'056	0'050	0'050	0'050
			1'045		0'984		0'059	0'153	0'153	0'153

*Sigue el estado anterior.*

1. <sup>a</sup> grados	2. <sup>a</sup> mm.	3. <sup>a</sup> gramos.	4. <sup>a</sup> mm.	Medias.	5. <sup>a</sup> gramos.	Medias.	6. <sup>a</sup> mm.	Medias.	7. <sup>a</sup> gramos.	Medias.	
20°	17'391	17'311	1'104	1'4127	1'137	1'3057	0'060	0'0753	-0'15	0'0349	
21	18'495	18'448	1'164		0'989				0'063		0'078
22	19'659	19'437	1'229		1'144				0'067		0'086
23	20'888	20'581	1'296		1'204				0'040		0'023
24	22'184	21'785	1'336		1'282				0'102		0'086
25	23'550	23'067	1'438		1'307				0'079		0'066
26	24'988	24'374	1'517		1'393				0'079		0'077
27	26'505	25'767	1'596		1'459				0'085		0'070
28	28'101	27'226	1'681		1'536				0'085		0'080
29	29'782	28'762	1'766		1'606				0'091		0'072
30	31'548	30'368	1'857	1'686	0'097	0'085					
31	33'405	32'054	1'954	1'758	0'097	0'085					
32	35'359	33'812	2'051	1'843	0'104	0'085					
33	37'410	35'655	2'155	1'928	-0'23	-0'23					
34	39'565	37'583	1'922	1'698							
35	41'487	39'281									

Dedúcese fácilmente de las cifras consignadas en el estado anterior que:

1.° Siendo de mas de 2 mm. de mercurio la tension del vapor á temperaturas muy inferiores á 0°, es decir bastante sensible, no puede ponerse en duda la evaporacion directa por la nieve, cuando el aire que sobre ella obra no está saturado.

2.° La tension del vapor y consiguientemente su cantidad en el aire saturado aumenta siempre con la temperatura, como aparece en las casillas 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>, expresádo la 4.<sup>a</sup> el aumento por grado de la tension y la 5.<sup>a</sup> el peso de vapor, de que puede apoderarse creciendo uno ó mas grados á partir de una dada y la cantidad que deja libre en el descenso; de manera que de éste y de la temperatura anterior pudiera deducirse la cantidad de lluvia y vice-versa, cuando los vientos y otros agentes admosféricos no perturben gravemente la marcha correlativa de aquellos, así como puede con el tiempo dar indicios segu-

ros sobre los cambios de presión y la importancia, que á los movimientos de la columna barométrica puede atribuirse en los pronósticos.

3.º Los resultados en las casillas 2.ª y 3.ª consignados no deben estar exentos de errores, segun las diferencias absolutas y medias de las casillas 6.ª y 7.ª lo patentizan, pues no se concibe por qué el aumento no sigue una marcha regular, que tal vez debiera ser la de una progresion por diferencia de razon variable entre ciertos límites de temperatura, como parecen indicarlo la generalidad de los resultados parciales, ni por qué en algunos resultan bruscamente disminuidas las diferencias unas veces y negativas otras si á errores involuntarios en la observacion ó á los de imprenta no se atribuyen; por esto sin duda la ley no aparece clara y evidente; por esto sería conveniente la rectificacion de los resultados, que M. Regnault obtuvo, con la repeticion esmerada de sus útiles experimentos y porque esperamos esta se haga con provecho para la ciencia, dejamos de hacer mas consideraciones sobre este particular, pues, sobre tener que ser aquellas no muy precisas, no podrian descubrir la verdad apetecida, como creemos sucederá cuando se haya la base modificado, cual es procedente y necesario, ya que las consecuencias serán en nuestro concepto de mucha trascendencia para el progreso de la meteorología.

Siendo la densidad del vapor de 0'622 ó los  $\frac{6}{10}$  de la del aire en las mismas condiciones de temperatura y de presión, puede calcularse con ausilio del estado anterior el peso del vapor contenido en un volumen dado de aire, cuya temperatura y humedad sean conocidas.

En efecto, llamando  $p$  el peso del vapor contenido en el aire, cuya fuerza elástica es  $f$  y  $P$  el correspondiente al del aire saturado en las mismas condiciones de temperatura  $t$  y siendo 1'299 gramos el de un litro de aire seco á 0° y 760 mm. de presión y 0'00367 el coeficiente de dilatacion del aire, se tendrá, segun M. Becquerel (pág. 355)

$$p = 0.622 \frac{1.299 \text{ gram.}}{1 + 0.00367 t} \cdot \frac{f}{760 \text{ mm.}}$$

$$P = 0.622 \frac{1.299 \text{ gram.}}{1 + 0.00367 t} \cdot \frac{F}{760 \text{ mm.}}$$

Dividiendo una por otra las dos ecuaciones anteriores se tiene:  $\frac{p}{P} = \frac{f}{F}$ ; lo que significa que el grado de humedad está también representado por la relación de los pesos del vapor contenido en el aire que se examina y el saturado á la misma temperatura, y como de esta ecuación resulta  $p = \frac{f}{F} \cdot P$ , es evidente que el peso del vapor contenido en un metro cúbico de aire se encontrará directamente multiplicando la *humedad* por el peso correspondiente al aire saturado á la misma temperatura, que se consigna en el estado anterior; por lo tanto lo que en cada caso es necesario determinar, es la relación  $\frac{f}{F}$  ó la *humedad* del aire.

Al efecto muchos é ingeniosos son los procedimientos propuestos por los físicos y muy diversos los aparatos contruidos al objeto de facilitar la determinación de aquella, comprendiéndolos bajo los nombres de higrómetros y psicrómetros; pero como es materia propia y exclusiva de obras especiales de Física y Meteorología y de tratarla con algun detenimiento nos habríamos de separar mucho de los límites naturales de estos estudios, renunciamos á hacerlo, si bien, para evitar inútiles observaciones y erróneas consecuencias, no podemos menos de manifestar á los pocos versados en estas ciencias, que el higrómetro de cabello, que es el mas extendido, *indica, pero no mide* la humedad, siendo solo utizable cuando se modifican sus grados con tablas apropiadas, que se deben rectificar á menudo por los medios que la ciencia enseña; porque aunque sean de inmejorable construcción, aunque la graduación se haya determinado experimentalmente, como lo hizo Gay-Lussac el 1.º, cambia la marcha del indicador, entre otras muchas condiciones, con el tiempo: así mismo nos creemos obligados á llamar la atención de las personas en la materia competentes,

muy especialmente de las que se encuentren en condiciones idóneas, sobre la necesidad de comprobar minuciosamente los resultados, que ofrece el psicrómetro-eléctrico del ilustre M. Becquerel, pues es indudable que si, como es de presumir, son aquellos exactos, puede tener con los termómetros eléctricos grandísima aplicación en las observaciones meteorológicas, que con los otros aparatos no es fácil practicar en las apetecibles condiciones y sin grandes molestias é inconvenientes.

Como una superficie dada de agua evapora tanto mas cuanto es mayor la sequedad del aire, se mide esta tambien por medio del *admidómetro*, consistente en una cubeta llena de aquel líquido y provista de una escala graduada, que dá á conocer la cantidad cada día ó parte de día evaporada y que se cuida de reponer; pero como la entidad de la evaporacion depende de la temperatura y de la fuerza y condiciones de los vientos, que sobre el aparato obran y estos varían mucho con las circunstancias del lugar de observacion, es indudable que sus indicaciones y mas aun las de los higrómetros y psicrómetros solo darán á conocer la humedad del aire de un espacio limitado, muy especialmente si no se cuida de colocarlos lo mas independiente que posible sea de tales influencias; esto, como en las observaciones termométricas, pluviométricas, etc, no se ha hecho, y por lo mismo los resultados hasta ahora obtenidos no se pueden admitir sin reserva para caracterizar el clima de los pueblos, en que tuvieron lugar, ni mucho menos para grandes comarcas sin exponerse á perniciosísimas consecuencias; no nos cansaremos de repetir que los resultados de las observaciones meteorológicas deben apreciarse con gran circunspeccion; que no se les debe dar mas valor del que tienen y que generalizar en climatología, especialmente en los términos absolutos, en que acostumbra hacerse, es caminar fijamente al error y conducir muchas veces los pueblos á ruinosos ensayos.

Si á esto se añade que por la falta de exactitud de los apa-

ratos hasta hace pocos años conocidos y otras muchas circunstancias son pocas las observaciones higrométricas practicadas y aceptables, es fácil inferir que de ellas no pueden deducirse consecuencias irreprochables, que sirvan para caracterizar grandes comarcas, ni menos principios absolutos sobre las variaciones que la humedad experimenta en el día, en las estaciones, con la altitud, latitud, etc.; pero sí han servido para comprobar los fundamentos de la teoría admitida sobre su origen y condiciones.

Puede decirse en general que la *cantidad absoluta* de vapor aumenta con la proximidad del ecuador y de los mares y disminuye consiguientemente de las costas al interior de los continentes, especialmente cuando estos carecen de aguas, como los desiertos del Africa y del Asia, y los llanos y las pampas de la América en cierta época del año.

«En nuestros climas, dice M. Daguin (obra citada t. 2.º pág. 194) el aire rara vez se halla saturado. En las mas grandes lluvias, el higrómetro de cabello no pasa casi de 95°. Solo durante ciertas nieblas y en tiempo del deshielo puede marcar 100°. La media es de 72°, lo que supone que el aire contiene término medio la mitad del vapor necesario para su saturacion, y el límite inferior es de 40°, que corresponde á un estado higrométrico de cerca de  $\frac{1}{4}$ .»

De todas las séries de observaciones practicadas, la mas larga y fidedigna es, segun los Sres. Daguin y Becquerel, la formada por M. Kaemtz en Halle con las observaciones horarias del higrómetro de Daniel por espacio de 12 años á partir de 1831; observaciones que el segundo ha reasumido en un estado (pág. 363) consignando la media de la *tension y humedad* por cada hora del día y mes del año al objeto de comprobar las variaciones diurnas y estacionales; como á tal fin creemos suficiente conocer las medias mensuales, sus diferencias sucesivas y las máximas y mínimas diurnas á cada mes correspondientes, tomándolas de aquel estado, las consignamos mas como indicio de la verdad y norma del procedimiento que con

otro objeto, pues en nuestro sentir, aunque con análoga tendencia, la tensión y humedad y las horas de sus máximas y mínimas han de variar en cada localidad con sus condiciones; por lo tanto brevemente discutiremos los resultados obtenidos de tan minuciosas observaciones, que consignamos en el siguiente estado :

		DIFERENCIA EN LOS NÚMEROS SUCESIVOS DE		MÁXIMA.		MÍNIMA.	
		La tensión	Humedad.	Tensión.	Humedad.	Tensión.	Humedad.
Enero..	4'17	85'80	0'39	—4'80	2 h. tarde.	8 h. mañ. <sup>a</sup>	2 h. tarde.
Febrero..	4'56	81'00	0'59	—3'70	4 id.	id.	2 id.
Marzo..	5'15	77'30	0'93	—6'00	2 id.	id.	3 id.
Abril..	6'08	71'30	1'85	—2'10	7 id.	id.	2 id.
Mayo..	7'93	69'20	2'28	1'80	{ 10 mañana.	{ 4 id.	{ 3 id.
Junio..	10'21	71'00	1'31	—2'50	{ 10 noche.	{ 4 id.	{ 3 id.
Julio..	11'52	68'50	—0'82	—2'40	{ 9 mañana.	{ 4 id.	{ 3 id.
Agosto..	10'70	66'10	—1'14	6'70	{ 8 noche.	{ 4 id.	{ 3 id.
Septiembre..	9'56	72'80	—1'69	6'10	{ 8 mañana.	{ 5 id.	{ 2 id.
Octubre..	7'87	78'90	—2'18	6'70	{ 9 noche.	{ 5 id.	{ 3 id.
Noviembre..	5'69	85'60	—0'19	1'20	{ 10 mañana.	{ 5 id.	{ 2 id.
Diciembre..	5'50	86'80	—1'33	—1'00	{ 1 tarde.	{ 6 id.	{ 2 id.
Enero..	4'17	85'80	—1'33	—1'00	{ 2 id.	{ 8 id.	{ 1 id.

Las casillas 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup> dicen claramente que la tension media aumenta de Enero á Julio y disminuye despues con bastante regularidad del último mes al 1.<sup>o</sup>, ni mas ni menos que con poca diferencia lo hace la temperatura; la humedad no parece seguir una marcha tan regular, pero se observa que es casi inversa de la que sigue la tension y esto se comprende, porque aumenta su intensidad con el decrecimiento de la temperatura en grado mayor que puede disminuir con ella la evaporacion, segun se deduce de lo antes dicho.

Relativamente á las variaciones diurnas se observa en las casillas 6.<sup>a</sup> á 9.<sup>a</sup> que de Octubre á Marzo inclusives casi coinciden las tensiones máximas con las mínimas humedades y vice-versa y de Abril á Setiembre, habiendo de las primeras dos máximas y dos mínimas, se nota la particularidad que la hora intermedia á las dos primeras casi coincide con la mínima humedad correspondiente, mientras que no sucede lo mismo con las 2.<sup>as</sup>, sino que mas bien una de ellas es la que coincide próximamente con la hora de máxima humedad: ¿habrán en todo esto intervenido sea en pró sea en contra errores en la observacion ó los de imprenta, que tantos perjuicios ocasionan al determinar las medias? ¿Existirá una ley de relacion constante entre tensiones y humedades, aunque las últimas dependan de diferentes variables, se entiende para las características de cada lugar? No lo sabemos y tal vez tarde mucho en resolverse esta y otras cuestiones climatológicas por su ineludible complejidad; quizá no sea hacedero conseguirlo de una manera absoluta, como nosotros creemos; pero cumplimos con hacer estas indicaciones por si los mas competentes las creen dignas de tenerse en cuenta.

Relativamente á la influencia de la *altura*, dice M. Daguin en su citada obra (t. 2.<sup>o</sup> pág. 195) lo siguiente: «Se puede decir, en general, que en buen tiempo el estado higrométrico disminuye á medida que se eleva en la admósfera. Saussure y Deluc han comprobado los 1.<sup>os</sup> este resultado. Saussure no vió jamás el higrómetro por encima de 40° en los Alpes. Hum-

boldt observó tambien la sequedad extrema de la admósfera sobre las montañas de América. Gay-Lussac, á 7000 m. de altura, vió el higrómetro á 26° solamente, lo que corresponde á un estado higrométrico igual á  $\frac{1}{6}$ , y á una cantidad absoluta de vapor extremadamente pequeña, pues la temperatura era de—10°. Cuando el cielo está cargado de nubes esta ley sufre escepciones fáciles de concebir.»

No entraremos en detallada discusion sobre el contenido de este párrafo, porque ni para ello tenemos competencia, ni datos bastantes en que apoyarnos, ni tiempo y espacio suficiente para el minucioso exámen de las observaciones en que se apoya y que su refutacion exigiria; pero vemos en él uno de los perniciosos efectos del sistema de generalizar, de la mala aplicacion del método sintético y no podemos renunciar á hacer algunas ligeras indicaciones para evitar que de estas equivocadas premisas se deduzcan absurdas consecuencias.

En primer lugar vemos en él confundir lastimosamente la altura con la altitud y ya hemos dicho que es esto vituperable, porque sus efectos no pueden ser los mismos, cuando proceden de causas muy distintas, ya se hable de la temperatura, ya de la humedad, que tan mútua dependencia tienen, ya de la luz, de los vientos, de la lluvia, etc.

Como no se dicen las condiciones del lugar y del momento de la observacion, no es posible apreciar su valor y es sensible que sin contarlas y medirlas el ilustre M. Daguin se funde en ellas nada menos que para fijar una *ley* climatológica, con tanto mayor motivo cuanto que tales resultados los creemos falseados por una exageracion, que ignoramos á quien se deba atribuir.

Que Saussure *no vió jamás* el higrómetro por encima de 40° en los Alpes, no es posible creerlo, aunque solo en ellos estuviera en los dias de mas calor, porque precisamente los vientos del Mediterráneo allí se detienen humectando aquella admósfera y la vegetacion en buenas condiciones no podria subsistir con tanto calor y luz tan viva y con semejante sequedad:

fácil es la comprobacion y seguros estamos que el resultado será contrario á tal supuesto: pudo, si, en algunos momentos, especialmente cuando allí chocan los vientos del Sahara, observar tal sequedad y lo mismo le sucedería á Humboldt, porque el calor en los lugares pedregosos ó de rocas areniscas de *las pendientes meridionales despobladas* es mucho mas intenso que en los lugares bajos, como es fácil comprender por lo anteriormente expuesto; pero de ningun modo es admisible el resultado absoluto, que se supone obtuvieron.

En cuanto á lo que se dice de la observacion de Gay-Lussac es mas difícil comprobarlo y tal vez no sería temerario atribuirlo tambien á una corriente aérea del gran Desierto, á que el higrómetro de cabello no indica la humedad á muy distintas presiones y temperaturas, á error en la observacion ó á otras causas; pues para nosotros indudable que, en igualdad de las demás condiciones, con la altitud, hasta un límite sin duda hoy no conocido, debe aumentar la humedad y con la altura aumentar de dia y tal vez disminuir de noche; así lo juzgamos en atencion á la marcha, que sigue con ellas la temperatura del aire, á que por la menor densidad, que la de éste, del vapor de agua debe ascender hasta que se produzca la condensacion, que aquella cambia aunque no puede sustraer del aire mas que la excedente á la saturacion y finalmente que á estos efectos se une muchas veces, ya que suele acompañar á la primera mayores accidentes orográficos, la circunstancia de reflejarse en ellos los vientos húmedos del mar, aunque tambien lo hacen algunas en nuestras montañas los secos de los desiertos del Africa y del Asia; todo esto sin embargo no son mas que conjeturas analíticas, que necesitan la corroboracion de experiencias bien dirigidas para que puedan servir de base en la ampliacion de la teoría, ya que por otra parte lo exige tambien la contradiccion entre la indicada, que inició Saussure y los resultados obtenidos por M. Kaemtz y otros.

De la comparacion de los observados en un corto número de

lugares deduce M. Becquerel (1) que se observa en la evaporacion, que mide la sequedad del aire, una tendencia marcada á disminuir del S. al N. y del E. al O.; pero no lo consigna sino como indicio de la *influencia de la latitud* sin desconocer la mas importante de las condiciones locales, de que no se puede prescindir, haciendo imposible la investigacion de aquella.

Hemos dicho que los hidrometeoros dependen del grado de humedad; es por lo mismo indudable la grande influencia que esta tiene en los climas y consiguientemente en el desarrollo de la vida y en la materia; pero no se concreta á esto, sino que influye tambien directamente evitando en los séres orgánicos una perniciosísima evaporacion, que produciendo graves irritaciones origina muy temibles enfermedades en los animales y la destruccion ó agostamiento de muchas plantas; el ilustre De-Candolle la dá (2) grandísima importancia en la vegetacion manifestando que á su benéfica influencia es debido el lozano desarrollo de esta en los climas húmedos, como Inglaterra; así mismo lo reconocen todos los botánicos y, aunque sin comprender las verdaderas causas, tampoco lo niega la gente de los campos; pero, si la humedad moderada tiene tantas ventajas, ofrece no pocos inconvenientes, cuando en exceso en el aire se encuentra, ya porque comunicando al aire mayor grado de conductibilidad y convirtiendo el calor sensible en latente motiva el decrecimiento de la temperatura muchas veces hasta límites extremos y nocivos, ya porque impide la benéfica influencia del calor y luz solares en el grado conveniente, ya porque hace perder á los vegetales la consistencia necesaria á sus órganos por su influencia directa sobre ellos como sustancia disolvente, y mas aun porque evitando la necesaria exhalacion acuosa se ingurgitan cambiando las condiciones esenciales de la savia facilitando el desarrollo de las causas morbosas; análogos efectos produce en los animales y de aquí que tan perniciosa sea la extrema sequedad y la hu-

---

(1) Des climats, etc. . . . . pág. 122.  
(2) Physiologie vegetale. . . . . » 1170.

medad extrema como necesaria en un grado moderado, variable segun las condiciones del lugar y del cuerpo que se considera, ya que no todos las exigen iguales para su conservacion y desarrollo.

Hemos dicho que el grado de humedad depende de causas generales y locales y que no podemos modificar sensiblemente los efectos directos de las primeras y sí los de las segundas; de estas, pues, debemos ocuparnos y al efecto examinar la influencia que en la humedad del aire tienen los montes en general, los campos y los terrenos de vegetacion desnudos, aplazando para mas adelante otras consideraciones comparativas y de conjunto, que completarán la idea, ya que no sería posible hacerlo ahora sin dar lugar á muy enojosas repeticiones.

Al penetrar en el espinoso terreno de las especiales influencias y su comprobacion experimental nos encontramos, como siempre, con aserciones contradictorias, con datos mal apreciados, con consecuencias ilógicamente deducidas; es preciso, pues, que indiquemos analíticamente lo que debe ser haciendo en lo posible aplicacion de los resultados obtenidos, aunque sin entretenernos mucho en discutirlos, porque para ello necesitaríamos extender los límites de este libro de una manera inconveniente ó al menos por ahora para nosotros imposible.

El grado de humedad depende de la temperatura del aire y de la cantidad de vapor en él contenida; por consiguiente á igualdad de la 2.<sup>a</sup> toda causa que disminuya la 1.<sup>a</sup> aumentará el grado de humedad, como sucederá tambien si á igualdad de la 1.<sup>a</sup> aumenta la 2.<sup>a</sup> y con doble motivo cuando aquella disminucion y este aumento sean simultáneos.

Ahora bien, hemos demostrado anteriormente que los montes durante la vegetacion activa de dia obran como causa frigorífica y de noche no mas que las tierras en general y durante la vegetacion pasiva probablemente como causa calorífica, ya por su influencia térmica, directa, ya por la que tienen como abrigos; por consiguiente á igualdad de vapor de agua en la atmósfera han de producir mayor grado de humedad en el 1.<sup>er</sup>

período y menor en el 2.º que las tierras en general y con mayor motivo que los campos de vegetación invernal, pues que estos tienen aquellos períodos próximamente invertidos agravando el mal; en tal supuesto por lo mismo la cuestión está resuelta; los montes nos prestan inmensos beneficios, porque nos dan humedad, cuando se necesita, y tienden á evitar su formación cuando pudiera sernos perniciosos.

Pero los montes ¿evaporan mas ó menos que los campos y las tierras de vegetación desnudas? No es fácil contestar en absoluto á esta cuestión, compleja como todas las de que nos ocupamos, ni formarnos cabal idea del resultado final sin discutir sus variables; porque para ello necesitamos conocer en cuáles llueve mas ó menos en cada período del año; cuál es la distribución del agua llovida en cada uno; cómo y cuándo se verifica la evaporación, y de todas estas cuestiones no podemos ocuparnos á la vez para patentizar la verdad; en este caso no nos queda otro medio que suponer ya demostrados ciertos principios, que serán objeto de los artículos siguientes, y recordar los deducidos de los anteriores estudios para basar en ellos nuestros razonamientos analíticos; así, estos, si no nos dicen el *quantum*, expresarán el *quale* de la influencia, que deseamos conocer, de una manera incontrovertible indicándonos la importancia de los resultados sintéticos hasta ahora obtenidos y la necesidad de rectificarlos por observaciones apropiadas, en cuanto posible sea, para comprobar aquellos; pues que no es hacedero con los hasta ahora conseguidos por las malas condiciones de los métodos y lugares de observación.

En este mismo estudio demostraremos, que en los montes llueve mas durante la vegetación activa que en los campos y las tierras desnudas y que la inversa de ordinario tendrá lugar durante el período de la pasiva, resultando á igualdad de las demás condiciones, que la lluvia anual es mayor en los primeros que en los segundos; así mismo demostraremos que el exceso debe ser mas bien producido por el número que por la intensidad de las lluvias y finalmente haremos ver que en

los montes el agua torrencial puede ser nula con la que detienen las hojas, las ramas, el suelo y el subsuelo por de pronto y que lo contrario sucede en los campos y en las tierras desnudas, en que aumentan considerablemente las aguas torrenciales á espensas de las absorbidas por el suelo y el subsuelo: de manera que puede partirse de la base, que cuando empieza á obrar la evaporacion, es decir algo despues de la lluvia, en los últimos hay, especialmente en las fuertes estivales, mucha menor cantidad en disposicion de sufrir este cambio de estado.

Esto ya nos indica que la evaporacion absoluta en el período de la vegetacion activa referida debe ser mayor en los montes que en los campos y las tierras desnudas; pero necesitamos comprobarlo y sobre todo dar á conocer la relativa al tiempo, pues esta tiene mas importancia que aquella; para ello hemos de razonar primero comparando los efectos que en los montes y tierras desnudas se deben producir y los resultados hasta ahora obtenidos, dejando para despues la comparacion de los primeros con los campos; y para mas fácilmente resolver esta cuestion hemos de partir tambien del supuesto que los lugares reúnen las mismas condiciones, á escepcion de las que son consiguientes á su vuelo ó dígase cultivo y que sobre ellos cae la misma cantidad de agua de lluvia en el mismo tiempo, pues si así encontramos ventaja para los montes inmensamente mayores serán las que nos proporcionarán con las favorables modificaciones, que imprimen á las lluvias.

Aunque con estos supuestos se haya no poco simplificado el problema, aun encierra tantas variables, que imposibilitan la marcha regular del razonamiento y es necesario por lo mismo que despreciando por el momento las secundarias nos hagamos cargo de las correspondientes al tiempo y distintivo carácter en tal sentido de las especies arbóreas, considerando para aquel los dos grandes períodos de la vegetacion activa y pasiva y para las segundas las de hoja caduca y persistente, pues de esta suerte facilitaremos la determinacion de la verdad, que hasta ahora oscurecida se encontraba en el revuelto piélago de tantas variables.

*Durante el período de la vegetación activa, es decir de las mas altas temperaturas, los montes facilitan vapor acuoso á la atmósfera de tres maneras :*

1.<sup>a</sup> Evaporando *físicamente* el agua de lluvia detenida por las entonces abundantes hojas, por las ramas y los troncos de sus árboles.

2.<sup>a</sup> Exhalando *fisiológicamente* por las hojas y demás órganos verdes parte del agua absorbida por las raíces.

3.<sup>a</sup> Reduciendo á vapor parte del agua en su mantilloso suelo retenida por efecto de la temperatura del aire inter-arbóreo.

*Durante el período de la vegetación pasiva, como disminuye la cubierta por la caída total ó parcial de las hojas, segun las condiciones de la especie, no hay exhalación acuosa y el suelo, aunque abrigado por la capa de aquellas, está mas expuesto á la influencia de la radiación solar y la de los vientos, es indudable que disminuirá la evaporación física, se anulará la fisiológica y aumentará algo la evaporación del suelo proporcionalmente á la temperatura del aire suprayacente, de manera que, aunque no sea posible fijar la cantidad de agua en uno y otro período evaporada, no puede ponerse en duda que en el 1.<sup>o</sup> será muchísima mayor que en el 2.<sup>o</sup> y mayor tambien la diferencia en los montes poblados de especies de hoja caduca, que en los que la tienen persistente, no solo por la que debe haber en el agua retenida por las copas, sino porque, como ya dijimos en el estudio anterior, (pág. 216) la exhalación acuosa ó evaporación fisiológica debe ser mucho mas considerable en aquellas durante el 1.<sup>er</sup> período.*

La tierra de vegetación desnuda solo obra en el último concepto, aunque con mayor intensidad por la acción directa de los rayos solares y los vientos mientras se halla provista de humedades.

El problema, pues, quedará resuelto demostrando que las tres primeras causas superan á la última, no solo en cantidad absoluta sino en su grado de continuidad, y como no es posible conseguirlo por razonamientos exclusivamente ana-

líticos, ya que estos no darían el *quantum* de cada accion, que es lo que se necesita conocer, aunque tampoco los resultados sintéticos lo manifiesten de una manera indudable, hemos de fundar aquellos en los obtenidos en las mas delicadas observaciones practicadas, demostrando brevemente que no son admisibles por inconvenientes y evidentemente absurdos algunos, sobre que se apoyan de una manera incomprensible nuestros mas decididos adversarios.

En cuanto á la que llamamos *evaporacion fisica*, puédesse fácilmente conocer para cada caso particular su cantidad, ya que es igual á la diferencia entre la del agua llovida sobre y debajo de los árboles; pero como aquella depende de la mayor ó menor cubierta de estos, de su edad y espesura, condiciones orográficas del suelo sobre que vegetan por las formas que afecta la superficie de las copas y la mayor ó menor accion en ellas de los vientos etc., etc., claro y evidente es que los resultados en una localidad obtenidos no pueden servir de tipo absoluto sino para los montes ó rodales de idénticas condiciones en igualdad tambien de las de la lluvia; de manera que bajo el punto de vista general solo darán indicios de lo que debe suceder, sea cualquiera la exactitud con que se hayan determinado; por lo mismo en este caso como en tantos otros muchos por ningun concepto se deben generalizar los resultados de la observacion, ya que dependen siempre de numerosísimas variables haciendo imposible razonar sobre una base indubitable; pueden sin embargo darnos idea bastante de la accion de que tratamos y á este efecto extraeremos ligeramente los que conocemos como mas fidedignos y que nos han de servir luego para comprobar la influencia de los montes en la lluvia.

Por órden y bajo la direccion del ilustre Mariscal M. Vaillant en 1866 se hicieron con ocho pluviómetros ordinarios observaciones en los montes de Fontainebleau y de Gonards, cerca de Versailles, cuidando de poner en cada localidad uno al aire libre para apreciar la cantidad total de agua llovida y otros tres bajo árboles de diferentes especies, al objeto de medir la

que llega al suelo de los montes; harémos caso omiso de los de Gonards, ya que no pudieron hacerse observaciones en Enero y casi todo Febrero y porque basta á nuestro objeto discutir los resultados obtenidos con los pluviómetros de Fontainebleau (1).

1.º El colocado al aire libre dió en milímetros :	
En el período de la vegetacion activa.. . . . .	458'5
En el de la pasiva.. . . . .	401'0
	Total en el año. . . . . 859'5
Diferencia á favor del 1.º período. . . . .	57'5
2.º Otro colocado bajo <i>pinos silvestres de 55 años</i>	
dió en mm. :	
En el período de la vegetacion activa.. . . . .	301'2
En el de la pasiva.. . . . .	211'5
	Total en el año. . . . . 512'7
Diferencia á favor del 1.º período. . . . .	89'7
Agua retenida por las copas ó diferencia entre los	
dos pluviómetros :	
En el 1.º período. . . . (34 p. ☉). . . . .	157'3
En el 2.º id. . . . . (47 p. ☉). . . . .	189'5
	Total en el año. . . . . 346'8
El agua en el año retenida fué el 40 p. ☉ de la llovida.	
3.º Otro colocado bajo <i>árboles de hoja plana</i> , cuya	
especie no se expresa, aunque se supone	
sean robles, y <i>de 55 años de edad</i> , dió en mm.:	
En el período de la vegetacion activa.. . . . .	242'3
En el de la pasiva.. . . . .	282'4
	Total en el año. . . . . 524'7
Diferencia á favor del 2.º período. . . . .	40'1

(1) Revue des eaux et forêts 1867.—Pág. 161 y siguientes.

Agua retenida por las copas ó diferencia entre los pluviómetros 1.º y 3.º:

En el 1.º período. . . . (47 p. ☉). . . . . 216'2  
 En el 2.º id. . . . (30 p. ☉). . . . . 118'6

Total en el año. . . . . 334'8

El agua en el año retenida fué el 39 p. ☉ de la llovida.

4.º Otro pluviómetro colocado debajo de *abetos de 55 años*, dió en mm.

En el período de la vegetacion activa. . . . . 125'6  
 En el de la pasiva. . . . . 91'9

Total en el año. . . . . 217'5

Diferencia á favor del 1.º período. . . . . 33'7

Agua retenida por las copas ó diferencia entre los pluviómetros 1.º y 4.º

En el 1.º período. . . . (72 p. ☉). . . . . 332'9  
 En el 2.º id. . . . (77 p. ☉). . . . . 309'1

Total en el año. . . . . 642'0

El agua en el año retenida fué el 75 p. ☉ de la llovida.

Dejando para mas adelante las consideraciones á que se prestan las cantidades de lluvia observadas en cada período en los cuatro pluviómetros y solo ateniéndonos á las diferencias, que indican la cantidad retenida por las copas, resulta que :

1.º Los *pinos silvestres* retuvieron del agua llovida el 34 p. ☉ durante el período de la vegetacion activa, el 47 p. ☉ en el de la pasiva y el 40 p. ☉ en todo el año.

2.º Los *árboles de hoja plana, probablemente robles*, retuvieron en el 1.º período el 47 p. ☉, en el 2.º el 30 p. ☉ y en todo el año el 39 p. ☉.

3.º Los *abetos* retuvieron del agua llovida en el 1.º período el 72 p. ☉, en el 2.º el 77 p. ☉ y en todo el año el 75 p. ☉.

Observando el tanto p. ☉ de agua retenida por las copas en cada período se echa de ver que los pinos y abetos retuvieron

mas en el de la vegetacion pasiva que en el de la activa y esto no encuentra fácil esplicacion aunque se tenga presente la desigual distribucion en las copas de los árboles de la nieve y el granizo, porque es indudable que, aunque no coincidiendo exactamente con el tiempo de aquellos, pierden sus hojas aclarando la cubierta y consiguientemente facilitando el paso del agua, como lo indica el pluviómetro 3.º, aunque, si los árboles bajo que se encontraba eran robles, debiera presentar mayor diferencia ya que perdiendo sus hojas en el 2.º período, las ramas no podian obrar con tanta intensidad; todo esto nos indica ya que los resultados no deben ser muy exactos.

Tambien se hace patente considerando en sí mismas las relaciones del agua retenida durante el año, 40, 39 y 75 p.  $\Sigma$  y esto es evidente hasta el extremo de que el mismo M. Vaillant, aunque bastante preocupado en opiniones favorables á la admision de tales resultados, no los cree exentos de defectos, porque los aparatos no *miden con exactitud el agua que debajo de los árboles cae*, ya que la de lluvia por las hojas, ramas y tronco se reúne en abundancia en unos puntos á expensas de otros y lo propio le sucede á la procedente de la nieve, escarcha, granizo, etc., que las copas retienen mas ó menos tiempo; pero es de advertir que cree el mismo que convenientemente rectificadas las observaciones darán por resultado aumentar la cantidad de agua retenida por las copas, ya que supone que las en ellas reunidas, como dejamos indicado, van á los pluviómetros deduciéndolo de la altura que en algunos dias alcanzaron mayor que la del puesto al aire libre sin tener presente que serán mucho mas numerosos los en que la inversa tenga lugar, ya que la superficie del aparato es mucho menor que la proyeccion de la copa, que aquellas corrientes naturalmente se dirigirán de ordinario por las ramas unas veces á la periferia de la proyeccion de la copa y otras al tronco y el pluviómetro no las aprecia : mas adelante nos harémos cargo de otros exageradísimos resultados del mismo observador, que no se comprende como no ha visto el absurdo, que de unos y otros resulta de una manera indudable.

En la memoria, que sobre las lluvias el ilustre M. Becquerel presentó á la Academia de Ciencias de Francia en 1867, se insertan (pág. 59 y siguientes) los resultados obtenidos por él y su ilustrado hijo desde 1.º Diciembre de 1865 al mismo día del 66 en cinco localidades del partido judicial de Montargis (Loiret) con pluviómetros ordinarios sobre y debajo de los árboles y en lugares distantes de ellos, al objeto de conocer si llueve mas en los lugares boscosos que en los descubiertos y qué cantidad en las ramas se detiene; pero no solo se hizo la observacion sin variar los aparatos ordinarios, sino que no se espresa en qué condiciones se colocaron y por lo mismo no es fácil apreciar su valor verdadero en el grado de los antes insertos; no obstante por haberse practicado al objeto especial de este estudio y porque á ellos harémos referencia al hablar de la lluvia en los lugares boscosos y no boscosos, los consignamos aunque en extracto, ya que no se prestan á una séria discusion desconociendo las condiciones de los lugares de observacion y estas, como las de M. Vaillant, no pueden ser muy exactas especialmente en cuanto se refiere al agua en las copas retenida.

Los resultados fueron para :

La *Jacqueminière*, boscoso; fuera de los árboles 845'8 mm., debajo 462'6 mm., agua retenida 383'2 mm., ó sea el 45 p. ∞ de la llovida fuera.

La *Salvionnière*, boscoso; fuera 823'4 mm., debajo 637'3 mm., agua retenida 186'1 mm. ó sea el 23 p. ∞.

*Le Charme*, boscoso; fuera 789'7 mm. no espresándose lo que cayó debajo de los árboles.

*Chatillon-sur-Loing* no boscoso, 619'1 mm.

*Montargis*, no boscoso 613'3 mm.

De manera que resulta en un caso que el agua por las copas retenida fué el 45 p. ∞ y en otro el 23 p. ∞ y como para el ilustre M. Becquerel no pasó desapercibida la influencia que en ello tenia la posicion de los udómetros con relacion á la copa, creyó procedente (pág. 61) tomar el término medio de aquellos resultados, lo que en nuestro entender no los elimina

de los errores originarios antes indicados y es fácil de ello convencerse comparando este término medio 34 p.  $\Sigma$  con el de 51 p.  $\Sigma$ , que resulta de los obtenidos por M. Vaillant y mas aun con los que vamos á consignar de la escuela forestal de Nancy, corroborando una vez mas que los términos medios muchas veces conducen á erróneas consecuencias, cuando se les dá mas valor del que deben tener y que ya indican los resultados parciales de que proceden.

Al hablar en el estudio anterior (pág. 221 y siguientes) de la temperatura del aire fuera y debajo de los árboles, nos hicimos cargo de los resultados obtenidos con las observaciones practicadas bajo la direccion del ilustre M. Mathieu aplazando para el presente la descripcion de los lugares y de los aparatos empleados, ya que el objeto especial de ellas era apreciar la cantidad de agua llovida en las comarcas agrícolas y forestales y en estas fuera y debajo de los árboles, así como tambien la cantidad de agua evaporada por los diferentes suelos en estas condiciones; indicamos tambien entonces las especiales precauciones tomadas y la mucha importancia de sus resultados; por lo mismo y habiendo de utilizar mas adelante en este estudio tan apreciables resultados nos creemos obligados á consignar aquí tales noticias extractando la metódica descripción, que M. Mathieu hace en sus memorias de 1866 á 1868, con lo cual ganando en exactitud evitaremos en lo posible la repetición de esta necesaria descripción y consignación de tan importantes resultados.

*Estacion forestal de Cinq-Tranchées.*— Se halla á 8 kilómetros de Nancy sobre una meseta de caliza jurásica inferior á 380 m. de altitud en el centro del monte La Haya de 10.000 hectáreas, que hacen parte de una de las regiones mas boscosas de Francia ocupando la cadena de colinas, que atraviesa de N. á S. el departamento de la Meurthe.

Comprendiendo M. Mathieu perfectamente la imposibilidad de apreciar con exactitud la cantidad de agua, que al suelo de los montes llega sirviéndose de los udómetros ordinarios por

las razones indicadas, hizo construir uno especial, que comprendía la superficie media del árbol tipo medio del rodal y le dispuso de manera que abrazando en su centro el tallo se extendiera el receptor por toda la proyeccion de la copa recogiendo las aguas por las hojas, por las ramas y por el tronco desprendidas en un depósito dispuesto de suerte que la altura del agua era en él cuatro veces mayor que la correspondiente á la capa líquida caída en la superficie del receptor, con lo cual, á la par que se evitaban los inconvenientes de la desigual distribucion del agua por la copa, se hacía mas sensible la altura de la capa superficial.

Este udómetro estaba colocado en un rodal de hayas y carpes de 41 años ligeramente aclarado en 1865.

Otro de los comunmente usados le puso á 200 m. del anterior en medio de un terreno desnudo, de muchas hectáreas, léjos de todo obstáculo capaz de detener ó modificar la caída de la lluvia, elegido en el vivero próximo á la carretera de París á Strasburgo y á la casa del encargado de las observaciones; de manera que media perfectamente la cantidad de agua llovida fuera de los árboles en la misma localidad forestal.

*Estacion forestal de Belle-Fontaine.*—Situada en el límite de la region boscosa ocupa esta con altitud de 240 m. el fondo de un valle abierto de S-E á N-O sobre los bordes de la meseta forestal de La Haya á 2 kilómetros solamente del valle de la Meurthe.

En esta estacion se colocaron dos admidómetros contruidos con tablones de roble de 5 centímetros de espesor perfectamente ensamblados y forrados de zinc por dentro descansando en obra de cal hidráulica, de manera que su superficie superior enrasaba la del suelo; sus dimensiones eran por dentro 1'50 metros de lado y 0'40 metros de profundidad y como el agua solo alcanzaba 0'30 m. quedaban 10 centímetros de resalto para evitar que el viento la echára fuera; de esta suerte los dos aparatos reunian las mas recomendables condiciones y

eran exactamente comparables en cuanto á sus dimensiones y construccion; púsose uno debajo de los árboles de un rodal de carpes, hayas, robles y fresnos de 71 años con algunos árboles viejos de diferentes especies y con buena espesura; otro á 300 m. de distancia del anterior en medio de un vivero de 6 hectáreas léjos de todo abrigo, aunque algunos árboles esparcidos y los rodales próximos podian impedir algo la circulacion del aire tendiendo á disminuir la evaporacion.

Al principio de cada mes se arreglaba la altura del agua del aparato á 0'30 m. (A) y al fin del mismo se medía de nuevo esta altura modificada (A') por la evaporacion y la lluvia; con cuyos datos y la altura (A'') de la última se calculó la evaporacion (E), ya que se tiene  $E=A+A''-A'$ .

Para calcular los valores de A'' á cada aparato estaba unido un udómetro de los usuales y por consiguiente el colocado bajo los árboles no espresaba la cantidad de agua por las copas retenida con tanta exactitud como el especial de Cinq-Tranchées; finalmente un termómetro introducido en el agua de los admidómetros señalaba su temperatura, como hemos dicho en el estudio anterior.

*Estacion agrícola de Amance.*—A 16 kilómetros al E. de la primera con altitud idéntica de 380 m., un poco inferior al vértice desnudo de una colina jurásica y ocupando el centro de una extensa region casi enteramente agrícola, aunque no completamente exenta de montes, se colocó un udómetro de los de uso comun.

Descritas las estaciones y los aparatos parécenos oportuno consignar los resultados en 1866 á 1868 obtenidos sobre el agua llovida fuera y debajo de los árboles en cada una de aquellas, dejando los relativos á la evaporacion para despues y las consideraciones sobre la cantidad de lluvia para su lugar oportuno; y á fin de que mejor se aprecien las influencias, que tratamos de patentizar en este estudio, ordenarémolos resultados clasificándolos en los dos grandes períodos de la vegetacion activa y pasiva como aparece en los estados siguientes :

<b>1866.</b>						
<b>MESES.</b>	ESTACION FORESTAL DE Cinq-Tranchées.				ESTACION agricola de Amance.	
	Debajo.		Fuera.		mm.	
	mm.		mm.		mm.	
»						
Mayo. . . . .	43'75	} 392'75	47'00	} 413'00	65'00	} 324'00
Junio. . . . .	67'75		67'00		34'00	
Julio. . . . .	87'50		101'00		83'00	
Agosto. . . . .	134'00		128'00		106'00	
Setiembre. . . .	59'75		70'00		36'00	
Octubre. . . . .	18'75	} 265'25	19'00	} 278'00	23'00	} 267'00
Noviembre. . . .	78'50		80'00		81'00	
Diciembre. . . .	104'00		112'00		94'00	
Enero. . . . .	»		»		»	
Febrero. . . . .	»		»		»	
Marzo. . . . .	»		»		»	
Abril. . . . .	64'00		67'00		69'00	
Totales. . . . .	658'00		691'00		591'00	

<b>1867.</b>									
<b>MESES.</b>	ESTACION FORESTAL DE Cinq-Tranchées.				ESTACION agricola de Amance				
	Debajo.		Fuera.		mm.				
	mm.		mm.		mm.				
»									
Mayo. . . . .	43	} 291'00	46	} 310'00	35	} 273'00	39	} 227'00	
Junio. . . . .	56		39		37		44		34
Julio. . . . .	126		130		98		126		112
Agosto. . . . .	19		29		7		10		12
Setiembre. . . .	47		46		33		39		
Octubre. . . . .	49	} 577'00	87	} 615'00	51	} 443'00	88	} 635'00	
Noviembre. . . .	27		30		18		24		22
Diciembre. . . .	84		79		60		87		80
Enero. . . . .	135		163		»		»		167
Febrero. . . . .	78		62		57		50		
Marzo. . . . .	106		94		74		111		
Abril. . . . .	98		100		70		96		
Totales. . . . .	868		925		540		716		

MESES.	1868.				
	ESTACION FORESTAL DE				ESTACION agricola
	Cinq-Tranchées.		Belle-Fontaine.		
	Debajo.	Fuera.	Debajo.	Fuera.	
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
»					
Mayo. . .	8	8	6	14	6
Junio. . .	48	52	34	45	31
Julio. . .	31	34	41	59	73
Agosto. . .	26	37	16	32	35
Setiembre.	59	61	46	63	43
Octubre. .	118	122	85	108	88
Noviembre.	26	28	21	24	32
Diciembre.	163	174	116	143	131
Enero. . .	68	73	61	71	61
Febrero. .	37	36	26	33	19
Marzo. . .	50	50	39	53	42
Abril. . .	69	73	68	89	68
Totales...	703	749	538	738	631

Échase de ver en los anteriores estados la anomalía que en los meses de Junio y Agosto de 1866 y Setiembre, Diciembre, Febrero y Marzo de 1867 fué, aunque poco, mayor la cantidad de agua recogida por el udómetro colocado debajo de los árboles que el que estaba fuera de ellos en la misma localidad y esto no se explica sino por la desigualdad con que cae la lluvia, la nieve y el granizo, cuando las acompañan vientos fuertes y mas aun formando remolinos ó la traslacion por ellos de la nieve y la escarcha de unos árboles á otros, como parece justificarlo que el exceso en el 1.<sup>er</sup> año tuvo origen en los dias 29 y 30 de Junio, en que midió el udómetro 14'5 y 15 mm., y en los dias 3, 4, 13, 15, 20 y 21 de Agosto, en que midió respectivamente 12'0, 17'75, 22'75, 16'0, 11'0, y 17'25 mm. indicando fuertes aguaceros; no podemos comprobarlo con las observaciones diarias de 1867 y 1868 porque en ellos no se

hicieron á juzgar por la descripción anterior; pero, si se observan estas diferencias anómalas en un sentido, fácilmente se deduce de la comparación de las medias mensuales que existen no pequeñas debidas á causas accidentales en el opuesto.

Dicho esto, pasemos á deducir de los estados anteriores los datos diferenciales, que nos han de dar idea de la *evaporacion física* de los árboles, como lo hicimos con referencia á los resultados obtenidos en Fontainebleau y al efecto compararemos los correspondientes á cada estacion forestal entre sí y con relacion de una á otra estacion.

*Estacion de Cinq-Tranchées.*

1.° El udómetro colocado fuera de los árboles dió en 1867:

En el período de la vegetacion activa. . . . . 310 mm.

En el de la pasiva. . . . . 615

---

Total en el año. . . . . 925

Diferencia á favor del segundo período. . . . . 305 mm.

2.° El puesto debajo de los árboles dió:

En el primer período. . . . . 291

En el segundo id. . . . . 577

---

Total en el año. . . . . 868

Diferencia á favor del segundo período. . . . . 286 mm.

Agua retenida por las copas ó diferencia entre los dos udómetros:

En el primer período. . . . (6 p. ☉). . . . . 19

En el segundo id. . . . . (6 p. ☉). . . . . 38

---

Total en el año. . . . . 57 mm.

*El agua en el año retenida fué el 6 p. ☉ de la llovida.*

El udómetro colocado fuera de los árboles dió en 1868:

En el período de la vegetacion activa. . . . . 192 mm.

En el id. de la pasiva. . . . . 556

---

Total en el año. . . . . 748

Diferencia á favor del segundo período. . . . .	364 mm.
El puesto debajo de los árboles dió :	
En el primer período. . . . .	172
En el segundo id. . . . .	531

Total en el año. . . . . 703

Diferencia á favor del segundo período. . . . . 359 mm.  
 Agua retenida por las copas ó diferencia entre la de los dos  
 udómetros :

En el primer período. . . . . (10'4 p. $\ominus$ ). . . . .	20 mm.
En el segundo id. . . . . (4'5 p. $\ominus$ ). . . . .	25

Total en el año. . . . . 45

*El agua en el año retenida fué el 6'4 p.  $\ominus$  de la llovida.*

Por no constar observaciones de Enero, Febrero y Marzo de 1866 no se pueden hacer las mismas combinaciones, pero sí determinarse la cantidad de agua por las copas retenida, que es lo que ahora nos importa conocer; de tales datos resulta que fué:

En el primer período (cerca de 5 p. $\ominus$ ). . . . .	20'25 mm.
En el segundo id. (cerca de 5 p. $\ominus$ ). . . . .	12'75

Total en 9 meses. . . . . 33'00 mm.

*El agua en este tiempo retenida fué cerca del 5 p.  $\ominus$  de la llovida.*

Resulta, pues, que con el aparato perfeccionado se reduce el agua retenida por las copas, en las condiciones del rodal de observacion, al 5 ó 6 p.  $\ominus$  de la llovida en el año, lo que se separa mucho del tanto deducido de los resultados obtenidos con udómetros ordinarios sin tomar las precauciones necesarias y que no pueden menos de ser grandemente erróneos, no solo por lo expuesto, sino porque siendo la cubierta propia de las especies de Cinq-Tranchées mayor que la de las localidades, en que aquellos se obtuvieron, á escepcion de los abetos, el tanto por ciento de agua retenida en estas debia ser menor y si resulta muchísimo mayor es no solo por las malas

condiciones de los aparatos, sino porque no se colocaron los utilizados en las mas idóneas para descubrir la verdad, como nos lo van á decir los números correspondientes á la estacion de Belle-Fontaine, en que, si bien de los comunes se hizo uso, cuidóse al menos de elegir el sitio lo mejor posible.

*Estacion de Belle-Fontaine.*

Por faltar el resultado de las observaciones de Enero de 1867, que un accidente imprevisto inutilizó, solo consignaremos las diferencias fuera y debajo de los árboles para conocer el tanto por ciento de la retenida, que fué en milímetros :

En el período de la vegetacion activa (23 p. $\ominus$ )	63
En el de la pasiva (25'5 p. $\ominus$ ). . . . .	113
	<hr/>
Total en 11 meses. . . . .	176

*El agua retenida fué el 24'5 p.  $\ominus$  de la llovida.*

En 1868 se obtuvieron los resultados siguientes :

Fuera de los árboles :

En el período de la vegetacion activa. . . . .	215 mm.
En el id. de la pasiva. . . . .	523

Total en el año. . . . . 

---

 738

Diferencia á favor del segundo período. . . . . 308 mm.

Debajo de los árboles :

En el primer período. . . . .	143
En el segundo id. . . . .	416

Total en el año. . . . . 

---

 559

Diferencia á favor del segundo período. . . . . 273 mm.

Agua retenida por las copas ó diferencia entre la de los dos udómetros.

En el primer período (33'5 p. $\ominus$ ) . . . . .	72
En el segundo id. (20'4 p. $\ominus$ ) . . . . .	107

Total en el año. . . . . 

---

 179 mm.

*El agua en el año retenida fué el 24'2 p.  $\ominus$  de la llovida.*

Comparando estos resultados con los hallados en Fontainebleau y Montargis se vé, que si son poco diferentes del encontrado para la Salvionnière por M. Becquerel, se separan bastante de los demás; si se hace lo mismo con todos los obtenidos con udómetros ordinarios y los deducidos con el especial y evidentemente mas exacto empleado por M. Mathieu en Cinq-Tranchées, no puede menos de deducirse, son aquellos muy exagerados y que, si bien los últimos exigen repetirse y comprobarse en localidades de diferentes condiciones de suelo y situacion de los montes y de los hidrometeoros para justificar las anomalías indicadas y la razon de la no diferencia (1) entre los dos períodos y al objeto de hallar términos medios mas exactos y aplicables á las localidades *tipos medios*, puédesse hoy admitir que el agua retenida por las copas de los árboles, ó sea la diferencia entre la que cae sobre y debajo de ellos, que es la que estos envian á la admósfera por *evaporacion fisica*, es poco mas ó menos:

Durante el período de la vegetacion activa. . .	7'1 p. $\ominus$
Durante el id. de la pasiva. . . . .	5'2
	12'3

Durante el año entero es 6'2 p.  $\ominus$  de la llovida y como de las medias obtenidas para el año de todas las referidas observaciones con los udómetros ordinarios practicadas, (que son por su órden 40, 39, 75, 45, 23 y 24'5 (2) resulta una media general de 41'1, queda patentizada la exageracion de los resultados obtenidos en condiciones inadmisibles y los graves errores á que conducen los términos medios, cuando no proceden de datos bien determinados y que, como hemos dicho

---

(1) Esto decíamos relativamente á los resultados de 1867; los de 1868 han venido á comprobar nuestras analíticas deducciones, pues la diferencia de 10'4 á 4'3 p.  $\ominus$  es ya bastante sensible, aunque quizá no todavía la verdadera.

(2) No incluimos la total correspondiente á 1868 en Belle-Fontaine por ser próximamente igual á la de 1867.

repetidamente, aquellos no destruyen la mayor parte de las veces, como suponen muchos meteorologistas.

La *evaporacion fisiológica ó exhalacion acuosa*, como la llama M. De-Candolle para distinguirla de la *traspiracion insensible* de los vegetales ó sea la evaporacion física sobre sus jugos producida por la temperatura y que depende consiguientemente de la mayor ó menor permeabilidad de sus tegidos superficiales, es mas difícil de apreciar que la anterior, no solo porque en la experiencia es imposible separar estos dos efectos, sino porque siendo aquella producida por los estómates de los órganos verdes, ha de ser proporcional á su número y además esencialmente variable por depender de la *edad* de las hojas, del calor y la luz, de la sequedad y rareza del aire, aunque se supongan iguales las condiciones de la *succion*, que así mismo varían mucho; agrégase á tantas dificultades la no menor de ser imposible la experiencia en condiciones normales, de suerte que, aunque aquellas no existieran, los efectos observados en ellas pueden solo servir de indicios, que conducirán á grandes errores sino se interpretan de una manera conveniente, como ha sucedido á algunos observadores; por lo mismo, ya que no sea posible determinar la entidad de esta influencia, nos concretaremos á hacer las consideraciones necesarias y exponer los resultados obtenidos experimentalmente para dar de ella una idea aproximada.

«Independientemente de las causas exteriores, dice el ilustre M. De-Candolle (1), *la edad de las partes del vegetal* destinadas á la exhalacion influye mucho sobre la intensidad de esta funcion; así, á temperatura y claridad iguales, las hojas exhalan mas en primavera que en verano y en este que en otoño. Guettard ha visto que en invierno la exhalacion de los árboles siempre verdes es extremadamente débil; así, segun él, un laurel exhala en dos dias de verano tanto como en dos meses de invierno.»

---

(1) *Physiologie vegetale*. . . . . pág. 113.

Sin que neguemos nosotros este hecho, creemos que no está bien deducida la consecuencia; pues que es indudable que la mayor évaporacion debe ser proporcional al desarrollo del vegetal y por lo mismo dependerá de su época de vegetacion activa ó ciclo y dentro de él será proporcional á la mayor superficie y frescura de sus órganos exhalantes y absorbentes; de manera que si para unas plantas será mayor en la primavera, en otras lo será en el verano, en el otoño ó en el invierno; en general en la estacion de mayor desarrollo de las hojas.

*El calor y la luz* influyen en el fenómeno; pero, si el primero obra casi exclusivamente en la *traspiracion insensible*, no parece hacerlo con mucha intensidad en la *exhalacion acuosa*, en que queda su accion limitada al estímulo, que en la vegetacion produce, aunque no se tienen bastantes datos para juzgar de ella con entero conocimiento; la luz, por el contrario, es la causa mas eficiente, habiendo demostrado Sennebier que en la oscuridad total las plantas dejan súbitamente de exhalar, aunque continúe por algun tiempo la succion, de manera que aumentan de peso, y si bien pueden en esto influir várias otras causas, en opinion del ilustre M. De-Candolle, siempre resultará que la exhalacion no se verifica por la noche.

Sobre esta importantísima funcion de los vegetales M. Deherain presentó en 9 de Agosto último una memoria á la Academia de ciencias de Francia demostrando que es aquella accion *fisiológica* y no puramente física, pues se continúa en una atmósfera saturada, variando con las especies y la edad de las hojas; que la luz es la causa determinante y que los rayos lumínicos mas eficaces para la descomposicion del ácido carbónico lo son así mismo para activar la exhalacion, como lo comprobó por medio de diferentes pantallas conservando las hojas de experiencia á la misma temperatura.

Finalmente la *sequedad y rareza del aire* tienden tambien á aumentar la exhalacion, segun M. De-Candolle, que dice se carece de experiencias suficientes para apreciar su influencia.

Veamos ahora si de las practicadas al efecto puédesse deducir la cantidad de agua por las hojas exhalada.

Si, como lo pensaba Sennebier, fuera cierto que las plantas se apropian  $\frac{1}{3}$  del agua absorbida exhalando el resto, no sería difícil deducir este de aquel y si bien la cantidad variaría con el crecimiento anual y este con la edad y las condiciones del lugar, se podría en cada caso servir de tipos medios de comparación, que dieran idea bastante aproximada de la verdad que se busca; pero como aquella base se funda en experiencias hechas en condiciones anormales, ya que consistían en introducir en el agua ramas de árboles, que después pesaba así como el agua restante en el depósito, no es dudoso afirmar que, aunque hubiera tenido en cuenta la cantidad en aquel evaporada, la relación de los pesos no podía dar el tipo buscado por la anomalía de las condiciones, en que se colocó la parte de planta objeto del experimento; tanto es así que no podría esta subsistir en ellas por mucho tiempo, ni desarrollarse con la lozanía que lo haría la planta entera puesta en otras, aunque de mucha menor cantidad de agua se la proveyera, demostrando lo absurdo del procedimiento: vale más, en nuestro concepto, reconocer la imposibilidad de la experimentación regular; vale más dejar en blanco el sitio de relaciones hasta ahora desconocidas, que establecerlas sin bastante fundamento y sano criterio, porque esto no puede menos que conducirnos á consecuencias absurdas, siempre perniciosas, como vamos á ver.

En 1865 el ilustre Mariscal M. Vaillant dirigió á M. Vallés una carta induciéndole á que tomara parte en la resolución del gran problema de las influencias de los montes, que á la sazón se discutía no solo en la prensa periodística y en las Cámaras legislativas sino en la Academia de Ciencias de Francia, manifestándole la completa conformidad de sus opiniones contra los montes al propio tiempo que le facilitaba el resultado de sus especiales experimentos; que ya hemos visto que el ilustre Mariscal lo mismo se ocupa de Táctica y Balística que de Meteorología, aunque es de suponer que en aquellas no padecería las equivocaciones que en la última; es el caso que

M. Vallés, que para hacerlo no necesitaba estímulo tan poderoso, publicó la obrita, que hemos mencionado tantas veces, reuniendo un conjunto de experiencias mal apreciadas ó absurdas á razonamientos tan peregrinos, que en verdad no justifican la idoneidad, que para el caso le suponía el ilustre Mariscal; pero dejando estas digresiones ocupémonos de las experiencias del último en cuanto al punto de que ahora tratamos se refiere, ya que en la mencionada carta aparecen é inserta la encontramos en la *Revue des eaux et forêts* del referido año; para que en ningun caso se pueda alegar que hemos tergiversado su opinion, procediendo como siempre, fielmente copiarémos los párrafos, en que la experiencia mas notable se hace constar sin entretenernos á rebalir sus asertos equivocados en otros conceptos.

«Hemos puesto, dice, (pág. 284 de la *Revista*) en un gran depósito de agua y tan bien cerrado como fué posible para evitar los efectos de la evaporacion natural, la extremidad de una rama de roble, larga de 1'40 metros y de 4 centímetros de circunferencia en su parte inferior. Esta rama habia sido cortada de un árbol de 21 metros de altura y de 2'63 de circunferencia medida á 1 metro sobre el suelo.

»Despues de 24 horas de exposicion al aire libre, con una temperatura de 13°·9 á 23° el agua del depósito habia disminuido 510 gramos. Durante este dia hizo un sol hermoso.

»Cuarenta y ocho horas despues del principio de la experiencia, el agua del depósito habia perdido de nuevo 300 gramos de su peso. En este segundo dia hizo un magnifico sol y muy fuerte calor; el termómetro señaló 27°·7 para la temperatura máxima y 10°·7 solo por la mínima. El viento en éste, como en el dia anterior, se mantuvo del N. al N-E.

»Setenta y dos horas despues de la colocacion de la rama en el agua del depósito, esta habia perdido 140 gramos mas de su peso. El cielo se habia ostentado tan hermoso como los dias anteriores, la temperatura mínima fué de 12°·3 y la máxima de 25°.

»Así, el peso de agua evaporada por la rama era al fin del primer día de 510 gramos, al fin del segundo 810 y al fin del tercero 950. *La experiencia no pudo prolongarse, porque muchas hojas de la rama se habían marchitado y el agua, que quedaba en el depósito, empezaba á alterarse por su mezcla con las sustancias, que dejan siempre las plantas, que en ella están metidas.*

»Si suponemos, dice, que todas las partes foliadas de un árbol obran, en cuanto á su facultad *traspiratoria*, como lo han hecho las hojas de la rama de experiencia, ó de otro modo, si suponemos que las cantidades de *agua expiradas son proporcionales á las superficies de las secciones de la rama y del árbol entero*, llegaremos á este resultado *verdaderamente prodigioso*; que un roble, como el á que nos referimos, emitirá á la atmósfera, en un día bueno de verano, vapor equivalente á mas de 2.000 kilogramos de agua líquida; *mas de 2 metros cúbicos (1)*.

»*No nos hacemos ilusiones sobre el valor de nuestra experiencia y vemos muy bien que las consecuencias, que de ella deducimos, no están exentas de objeciones: pero es preciso convenir sin embargo que reduciendo el resultado á la mitad, al cuarto aun si se quiere, dá todavía números que pasan enormemente los que se hubiera podido sospechar á priori» y tanto!!!!*

Solo un vehemente deseo de dar á conocer á nuestros lectores los absurdos fundamentos, en que los adversarios de los montes apoyan su opinion, puede hacernos ocupar las páginas de este libro con la descripción y discusión de semejantes experiencias y asertos; duélenos así malgastar el tiempo y el espacio, mas es preciso para evidenciar la verdad ó al menos preparar el terreno, á fin de que en breve aparezca con sus vivísimos destellos iluminando en lontananza los nubarrones,

---

(1) O sean 2.400 metros cúbicos de vapor, y una hectárea de robles semejantes, puesto que en ella pueden vegetar perfectamente 100, 210.000 metros cúbicos y así sucesivamente.

con que la tenían oscurecida las aberraciones de los aficionados á generalizar el erróneo resultado de sus incomprensibles experiencias.

La sucesiva y notable disminucion, que en la anterior sufrió la cantidad de agua evaporada en solos tres dias marchitando las hojas y corrompiendo el agua del depósito, debieron haber hecho comprender al ilustre Mariscal que tan anormales condiciones habian de conducirle necesariamente al absurdo, si de sus resultados queria deducir el efecto, que en tal sentido producen los árboles de mas vigorosa vegetacion y en su consecuencia debió desecharlas y lamentarse del tiempo y trabajo perdidos en su ejecucion en lugar de entretenerse en hacer supuestos improcedentes y reducciones arbitrarias, ya que no habia base alguna á que sujetarlas, para que mas se aproximaran á lo cierto; es verdaderamente sensible que no haga constar el mayor peso adquirido por la rama; pues que debiendo ser, segun Sennebier, de mas de 450 gramos ó este aserto quedaria completamente desmentido, no obstante de ser resultado de numerosas experiencias análogas á la de que nos ocupamos, ó la rama resultaria *verdaderamente sorprendente*, como lo sería ver al roble aludido aumentar en peso en tres dias con el de tres metros cúbicos de agua, y en 60 años, *contando en cada uno 100 dias de aquellas condiciones* y dejando los aumentos de los demás dias del período de la vegetacion activa para compensar las pérdidas por el desprendimiento de las hojas y ramillas, sorprendente, repetimos, sería ver á este árbol en tan corto período aumentar su peso nada menos que en el de unos 6.000 metros cúbicos de agua, aun en el supuesto de que en nada contribuyera la fijacion del carbono, que, segun M. Deherain, está en razon de la exhalacion, deduciendo de sus experiencias que es mucho mayor, y prescindiendo asimismo de las sustancias incombustibles por el agua arrastradas; pues comprendiendo en el cálculo estos importantísimos factores habríamos de elevar aquel enorme aumento cuatro veces mas y dejarle en aquella cifra reduciendo la exhalacion al límite in-

ferior de la rebaja arbitraria del observador.....!!! ¡Cuántas consideraciones se agolpan á nuestra pobre inteligencia al contemplar las preocupaciones, de que son víctima los hombres mas ilustres, cuando han tomado afición al malhadado sistema de generalizar..! no las harémos constar, porque creemos que basta examinar las condiciones de la experimentacion para conocer la calidad de los resultados; pero sí nos creemos obligados á hacer algunas ligeras indicaciones en obsequio á los menos versados en esta clase de conocimientos y á nuestro ilustrado adversario M. Vallés, que admite (pág. 115 de la obra citada) que el roble consabido evaporaría los 2 metros cúbicos diarios sin siquiera pararse en las reducciones, que el observador creyó necesario hacer; bien es cierto que, cuanto mayor fuera aquella, de mas peso, al parecer, resultaba su ataque á los montes, si bien lo que en realidad con ello y con la admission de los resultados sobre la evaporacion fisica antes referidos y los que son mas evidentemente absurdos sobre las corrientes superficiales, que encontró M. Belgrand, resultan absurdos hasta un extremo risible sus razonamientos; como veremos mas adelante.

Si absurdo es fundarse en una experiencia, que en el corto período de tres dias condujo á la muerte al vegetal de ella objeto, para deducir la accion que producen los que viven en buenas condiciones durante siglos, no lo es menos comparar una parte del árbol con el todo y deducir el efecto de estos de la comparacion de las secciones de la rama y el tronco, cuando el último no por ella sino por las raicillas verifica la succion, de manera que en todo caso la lógica hubiera aconsejado comparar la superficie de la seccion con la de aquellos órganos subterráneos, como Hales (1) lo hizo de esta con la de las hojas provistas de estómates, ya que por ellos la exhalacion se verifica, ó mejor aun, á la manera que lo ha hecho M. Mariè-Davy respecto á la de las hojas de diferentes ramas con la

---

(1) Bousingault. Économie rurale, t. 1.º pág. 28.

del suelo, agua, etc., y la de las hojas de la rama de experiencia con la de las del árbol, teniendo en cuenta los efectos de la luz, ya que no sobre todas obra con la misma intensidad; así el resultado hubiera sido mucho mayor patentizando mas aun lo absurdo del procedimiento: así mismo podríamos deducirlo del número de árboles de las espesadas dimensiones, que pueden vegetar en una hectárea y de la cantidad que habian de evaporar admitiendo semejantes resultados; de la que, segun el mismo M. Vaillant, retendrán en las hojas; de la que, segun M. Belgrand, que aquel admite, dejarían correr por la superficie y de la que llueve en Francia en el punto que mas, pues que de todo esto resultaría que una hectárea de tales árboles exigiría 10 ó 12 veces la llovida, aunque se desprecia- ra la poca ó mucha que, segun los mismos, sale por los manantiales, y por lo mismo habría de suponerse, que por debajo de cada rodal pasa un rio allí conducido por una mano misteriosa protectora de los montes, ó habríamos de confesar que no existe, *ni podría existir* en todo el vecino Imperio, ni en ninguna parte un rodal semejante; sin embargo algunos se encuentran (aunque no tantos como podría y sería conveniente, gracias á la ambicion egoista de los hombres y á la poca conviccion y buena direccion de los Gobiernos no pocas veces confundidos y vacilantes por absurdas teorías) patentizando las preocupaciones y erróneos asertos del ilustre Mariscal; pero no creemos necesario en esta demostracion entretenernos, ya que sobre esto algo y solo algo le dijo la *Revue des eaux et forêts de 1868* (páginas 228 á 230) equiparando su lógica experimental á la de un médico, que del copioso sudor de un calenturiento dedujera que en buena salud estaba sujeto á sudores mas abundantes que la generalidad de los hombres, ya tambien porque con lo dicho basta y sobra á nuestro objeto.

Examinemos ahora las experiencias practicadas por M. Mariè-Davy al objeto de descubrir la influencia de los montes y los campos en el régimen de las aguas de los rios valiéndose, entre otras, de la cantidad de agua evaporada por las

plantas, de que solo al presente nos ocuparemos, dejando para mas adelante la correspondiente á los suelos agricolas y forestales y para su lugar oportuno la refutacion de sus principales razonamientos contra la benéfica influencia hidrológica de los montes, pues que, como todos los que de ello se han ocupado sin conocerlos, incurre en lamentables equivocaciones, que deseamos dejar en este libro desvanecidas.

M. Mariè-Davy colocó 20 tiestos llenos de *tierra franca* de buena calidad al lado de un césped, que sobre ella tambien crecía y de manera que la superficie de aquellos y éste se hallaban al mismo nivel facilitando la igualdad del riego en toda ella, para que las condiciones de humedad y de temperatura fueran las mismas sin privarle de pesar en la mañana y tarde de cada dia todos los tiestos, entre los que tenia uno (sin duda especial) lleno de agua.

Comparando antes las alturas de la evaporada en la superficie libre del líquido y en la de una vasija porosa embebida por la capilaridad, habia comprobado *que la diferencia de aquellas depende sobre todo, segun él, de las temperaturas de las superficies evaporantes, de donde dedujo que debiera suceder lo mismo al suelo cuando está embebido.*

De 7 á 8 de la tarde regaba copiosamente todos los tiestos y césped y los pesaba á la misma hora de la mañana siguiente y por la tarde. El desprovisto de plantas en 6 dias, del 16 al 22 de Julio, evaporó 26'82 mm. mientras que el lleno de agua lo hizo de 27'70 mm. Tres dias que la tierra del 1.º permaneció húmeda hasta la tarde, fué su evaporacion mayor que la del agua y los otros tres, en que fué menor, la superficie del suelo apareció seca á aquella hora, de lo que deduce M. Mariè-Davy *que el suelo embebido evapora tanto ó mas que el agua, porque se calienta mas que ella por la accion del sol; pero esta abundante evaporacion del suelo disminuye rápidamente á medida que la tierra se seca. El 17 de Julio despues del riego fué de 7'22 mm. y la del agua 6'18 mm.; el dia 18 bajó á 5'90 mm., la del agua fué de 7'62 mm.; el 19 solo fué de 1'59 mm., y la del agua 7'20 mm.*

Estas cantidades demuestran que si son exactas no deben serlo los totales señalados por el observador para los 6 días referidos poco antes, pues de ellas resulta, que en los tres días siguientes á un riego copioso el suelo evaporó  $7'22 + 3'90 + 1'59 = 12'71$  mm. y el agua  $6'18 + 7'62 + 7'20 = 21'00$  ó sea  $21 - 12'71 = 8'29$  mm. mas en la última que en aquel; esta diferencia resultaría inmensamente mayor extendiendo la comparación á mayor número de días.

Como esta variabilidad en la evaporación del suelo perjudicaba á sus experiencias, M. Mariè-Davy midió la que se producía en los mismos días en un tiesto de igual tierra cubierta con 1 centímetro de glumas de avena habiendo resultado ser de 3'13, 2'50 y 2'21 mm. quedando siempre húmedo el suelo y por lo mismo, según él, detenida y regularizada la evaporación, en cuya virtud *puso una capa igual en todos los tiestos, á escepcion del césped, pues que consideraba el suelo bastante cubierto con la yerba.*

En los 18 tiestos restantes puso las plantas, que luego se expresarán.

«Entre estas, dice, las hay cuya evaporación es extremadamente rápida: el día 17 la balsamina, regada la tarde anterior, evaporó 106 gramos de agua, hecha deducción de la correspondiente al suelo cubierto de glumas; el 18 solo evaporó 11'2 gramos. *Las hojas estaban pendientes. A la mañana siguiente la planta estaba completamente marchita. Como solo ofrecía un pequeño interés práctico fué reemplazada por otra planta.*

»Otras especies, aunque evaporan mucho cuando tienen agua, pueden no obstante soportar la sequía. Un geranio rojo, en flor, que tenía 14 hojas bien desarrolladas, evaporó 71'6 gramos de agua el 17 después del riego de la tarde anterior; 15'6 el 18 y 0'0 gramos el 19. *Las hojas estaban un poco blandas y abarquilladas, pero la planta no había enfermado (1).*

---

(1) Querrá decir que no había muerto.

»Es evidente que en tierra libre se hubiera la planta procurado el agua que necesitaba fuera del cepellon en que estaba apri-  
sionada. Durante los mismos tres dias un Fuchsia en flor eva-  
poró 55'7, 42'4 y 5'4 gramos, deduccion hecha de la evapora-  
cion correspondiente al suelo cubierto de glumas, suponiendo  
quedára la misma que en el tiesto desprovisto de plantas.»

Como estas sienten mas pronto la sequía en tiestos que en  
el suelo, las *regó en dias alternados hasta el 29*, en que em-  
pezó á llover, y descontando la parte de evaporacion del suelo  
cubierto de glumas reasume los resultados anotando la canti-  
dad evaporada por cada planta *en los cinco dias despues del  
riego y en los cinco siguientes á estos (1)*; véanse en la forma  
misma que el experimentador los expone.

### ÁRBOLES VERDES.

NOMBRES.	Altura de la planta.	Primeros dias.	Segundos dias.	Media por dia.
	Metros.	Gramos.	Gramos.	Gramos.
Cedro. . . . .	0'60	336'2	277'9	61'4
Enebro. . . . .	0'62	176'0	147'4	32'3
Pinabete. . . . .	0'40	150'0	113'5	26'3
Thuya. . . . .	0'46	236'9	168'0	40'5
Boj arbóreo. . . . .	0'25	203'1	178'6	38'2

### ARBUSTOS DE HOJAS CADUCAS.

Spirœa prunilifolia. . .	0'59	264'0	235'0	49'9
Wœgelia. . . . .	0'28	197'1	178'6	37'6
Lilas Varin. . . . .	0'27	258'9	158'6	41'7
Fuchsia. . . . .	0'45	358'8	351'4	71'0

(1) Téngase presente que estos grupos de dias no son de los conse-  
cutivos sino de los alternados ya que el riego se hacia un dia sí y otro  
no y que tenia lugar copiosamente y de 7 á 8 de la tarde.

PLANTAS HERBACEAS.

Geranium. . . . .	0'27	251'8	19'4	27'1
Aluvias.. . . .	0'20	306'6	180'0	48'7
Césped. . . . .	0'10	367'8	316'9	68'5

La pequeña evaporacion del *geranium* en los cinco últimos dias depende probablemente de que, haciendo mucho tiempo que la planta se encontraba en el tiesto, *las raices tapizaban sus paredes*, cuando las otras se habian allí criado espresamente para la experiencia.

Durante estos 10 dias la superficie del agua libre habia evaporado en los 5 primeros 21'52 mm. y 25 en los 5 últimos dependiendo en gran parte esta diferencia, dice M. Mariè-Davy, del estado del suelo que la circundaba y la humedad que á la admósfera enviaba en los dias inmediatamente siguientes al riego.

Comprendiendo el experimentador que no podía comparar los resultados obtenidos sobre especies arbóreas apenas germinadas, con los que ofrecerían los árboles ya desarrollados y no siéndole posible poner estos en tiestos para sujetarlos á su procedimiento anterior, cortó ramas, cuya seccion introdujo inmediatamente en el agua para evitar que en sus canales penetrára el aire perjudicando á las condiciones de aspiracion. «*Este efecto, dice, debió producirse en la rama de tilo, pues que, mientras en el árbol las hojas permanecieron lozanas, en la rama introducida en el agua se marchitaron un poco. El número obtenido para el tilo debe, pues, ser demasiado pequeño.*» Para hacer, en fin, los resultados mas comparables contó las hojas de cada rama y midió su superficie reduciendo los resultados obtenidos á un centímetro cuadrado de superficie doble de hoja, atendiendo sin duda á la situacion de los estómates, y siendo 1 gramo la evaporacion de cada uno de los de la superficie del agua los reunió en la forma siguiente :

EVAPORACION EN GRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO.

Agua. . . . .		1' 00	
<i>Plantas enteras.</i> . . . . .	{	Lilas Varin. . . . .	0'156
		Spirœa prunilifolia. . . . .	0'152
		Wægelia. . . . .	0'092
<i>Ramas cortadas de</i> . . . . .	{	Cerezo comun.. . . .	0'109
		Haya. . . . .	0'082
		Lila comun. . . . .	0'061
		Chopo de Suiza. . . . .	0'051
		Tilo. . . . .	0'051
		Roble. . . . .	0'045
		Carpe. . . . .	0'034

«Hemos dicho que para el tilo el número es demasiado pequeño; creo que el error es mas bien en este sentido que en el opuesto para todas las ramas desprendidas del tronco; *pues al final de la experiencia todas las hojas habian perdido un poco de su firmeza (1)*. La evaporacion en la superficie de las hojas del carpe solo sería el 3 p. ∞ de la del agua. *Sin embargo, el 21 de Julio, una rama de carpe, que tenia 66 hojas, evaporó 36 gramos de agua.* En la misma fecha, una rama de cerezo, que tenia 22 hojas, evaporó 97 gramos de agua. El mismo dia, es cierto, el césped evaporaba 5'79 kilogramos por metro cuadrado ó sea una una capa de agua de 5'79 mm.....»

Las otras plantas, sembradas del 18 al 20 solo parcialmente habian aparecido el 29 de Julio y las plantillas tenian tan insignificante desarrollo que su evaporacion no podia ser considerable. «*Sin embargo la media durante los dias 26, 27, y 28, fué de 9'4 mm. en los tiestos, en que las plantillas no habian aparecido fuera de la tierra y de 11'4 mm. en los demás (2); se elevó á 16'4 mm. en el alforfon.*»

(1) Esto precisamente demuestra que la evaporacion habia sido excesiva, como comprenderán fácilmente nuestros lectores.

(2) De donde podría deducirse era de 2 mm. la evaporacion de estas

Refiriendo á la superficie del suelo ocupada por las plantas los resultados obtenidos del 20 al 28 de Julio, en que se regaron un dia sí y otro nó, se tiene la siguiente

ALTURA DE AGUA EVAPORADA EN MM.

Agua. . . . .	46'58
Suelo desnudo. . . . .	29'89
Id. con glumas. . . . .	20'29
Césped. . . . .	53'72
Aluvias. . . . .	46'02
Spirœa prunifolia. . . . .	46'08
Lilas Varin. . . . .	41'91
Vœgelia . . . . .	39'71
Boj arbóreo. . . . .	38'05
Enebro. . . . .	37'09
Cedro del Líbano. . . . .	36'56
Abeto. . . . .	34'01
Thuya. . . . .	33'09

Aun en estas condiciones, en que el suelo desnudo evapora mucho, la de los liestos provistos de plantas, cuyo suelo estaba de glumas cubierto, ha sido no solo superior á la de aquél sino tambien á la del agua, al menos en las plantas anuales. La diferencia es sobre todo notable para el césped; es probable que los *cereales* (1) en verde y las plantas forrageras se aproximen mucho á esto, aunque las primeras no se hallen nunca tan espesas como el césped.

plantitas, ya que los 9'1 correspondían al suelo de ellas en la superficie desprovisto.

(1) Recuérdese la época del año en que la mayor parte de las especies cultivadas se encuentran en este estado y téngase esto presente cuando tratemos de la influencia comparada de los montes, los suelos desnudos y los campos.

De todo esto deduce el experimentador las consecuencias siguientes :

La evaporacion del suelo desnudo muy abundante despues de las lluvias disminuye rápidamente á medida que se seca la superficie. *Obra menos el calor solar que la temperatura del aire y la del suelo* : con las labores se reanima y prolonga la evaporacion, pero siempre queda esta limitada á poca profundidad.

Las plantas, aunque detienen con su abrigo la evaporacion del suelo, la producen mucho mayor que el que de ellas está libre y sobre todo de una manera mas continua y prolongada, porque sus raices la toman de las capas de donde no podría hacerlo la evaporacion del suelo sino con extrema lentitud. *El efecto es particularmente notable en los árboles, cuyo follage permanece fresco durante las sequías mas pertinaces, porque la profundidad de la capa, que de agua los provee, se extiende tanto como sus raices.*

Parece incontestable á M. Mariè-Davy que, en el verano, el suelo desnudo, mas aun el cultivado y mas todavía el forestal pierden por evaporacion una cantidad de agua notablemente superior á la que reciben por las lluvias; resultando de aquí que las estivales y aun las primeras del otoño en nada contribuirán al caudal de los rios y manantiales profundos, porque el suelo necesita desde luego recuperar sus pérdidas.

*«En otoño y sobre todo en invierno, la evaporacion es al contrario insignificante y la casi totalidad de las aguas pluviales se dirige á los thalwechs ó á los depósitos subterráneos.»*

De estas premisas y algunas inexactas apreciaciones sobre los suelos agrícolas y forestales deduce :

Que en el suelo desnudo la evaporacion es insignificante y por consecuencia el calor consumido es poco considerable, tendiendo á elevarse la temperatura al mismo tiempo que la mayor parte de las aguas pluviales puede dirigirse á los depósitos subterráneos (1).

---

(1) Esta consecuencia sería lógica si no interviniera en la distribucion de las aguas la corriente superficial, que, como veremos, es en

Que cuando el suelo está ocupado por cereales ó plantas forrageras la evaporacion es mucho mas abundante, pero solo alimentada por el agua que impregna el suelo á algunos decímetros de profundidad, de manera que la que penetra mas puede todavía dirigirse á aquellos depósitos. Mientras estas plantas permanecen verdes, sin embargo, el agua que vierten en la admósfera es para el suelo y el aire un manantial refrigerante, siendo esto especialmente notable en las praderas naturales, *sobre todo si están bien regadas*, pues que la evaporacion y el consumo de calor son enormes, y finalmente

Que aunque las hojas de los árboles de nuestros montes á igual superficie evaporan menos que las plantas cultivadas, compensa y pasa esta diferencia la gran multiplicacion de la superficie evaporante.

*Su accion por otra parte es mas constante y prolongada que la mayor parte de las plantas cultivadas.*

*«Por el hecho de la evaporacion, dice, á igualdad de agua pluvial recibida por los campos y los montes y en igualdad de todas las demás condiciones, los primeros serian, pues, mas favorables que los segundos en la alimentacion de los manantiales profundos»* en el falso supuesto de que no existan corrientes superficiales y que fuera con ello cierto que el suelo desnudo evaporase menos.

Continua despues sus investigaciones sobre si llueve mas debajo que fuera de los montes y si el suelo de estos es mas ó menos favorable que el de los campos para la absorcion de las aguas de lluvia, de cuyas consideraciones y resultados nos harémos cargo mas adelante.

Así resulta del extenso artículo que M. Mariè-Davy publicó en el *Journal d'agriculture pratique* en Agosto del año últi-

---

ellos mayor que en los suelos cultivados y mucho mas aun que en los forestales; pero como al mismo tiempo en tal caso la evaporacion del suelo desnudo sería mayor que la de las aguas y tambien mayor que la correspondiente á los cubiertos de plantas, como resulta de sus experiencias, no se concibe que se deduzca tan impropcedente consecuencia.

mo y que encontramos inserto en las páginas 289 y siguientes de la *Revue de eaux et forêts* del mismo año.

Convencidos, como lo estamos íntimamente, de que para patentizar la verdadera influencia de los montes apenas se necesita otra cosa que desvanecer la nube de dudas y absurdos, en que unos y otros la han envuelto y que esto se consigue exponiendo clara y suscintamente los fundamentos de sus anómalos resultados experimentales y la trabazon de sus razonamientos, observarán nuestros lectores que mientras en esto ponemos especial cuidado ocupando con su descripción gran número de páginas, cuando lo creemos oportuno, apenas hacemos mas despues que llamar sobre ellos la atención sin detenernos en muchas consideraciones y razonamientos para refutarlos; así obramos porque lo creemos innecesario en atención á que sus absurdos aparecen evidentes y fácilmente comprensibles, como lo resulta tambien la benéfica influencia de los montes con solo indicar en que consiste; continuando, pues, en este sistema, que seguramente no dejará de encontrar respetables impugnadores y aplazando para ocasion oportuna su defensa y los razonamientos que en pró de la causa de los montes y en contra de sus adversarios omitimos en este libro por innecesarios en nuestro concepto, vamos á consignar algunas observaciones á las precedentes experiencias en la persuasion de que serán sobradas para que el ilustrado M. Mariè-Davy comprenda sus errores y los rectifique pronto en obsequio al progreso de las ciencias, que en tanto estima.

Indudablemente en ellas se han tomado mas precauciones que en las del ilustre Mariscal M. Vaillant para descubrir la verdad buscada, pero abandonando completamente el objeto que se deseaba conseguir para su fin, se le ha olvidado en el principio haciendo inadmisibles las condiciones de la experimentacion y por ende sus resultados.

En efecto ¿no es lo que se busca saber la cantidad de agua evaporada por diferentes plantas en *buenas condiciones de vegetacion*? ¿por qué, pues, se las pone en tales que las conduce

á un estado patalógico; que no podrían resistir muchos dias? ¿No sería mas lógico que regarlas todas en el mismo tiempo y con la misma intensidad hacerlo de la manera mas apropiada á sus necesidades vegetativas especiales? ¿Podríase acaso deducir el agua potable, que un cierto número de hombres necesitan cada año, de la que *por la fuerza* se le hiciera beber á uno de ellos en una hora, aunque con la cantidad suministrada se le produjera una grave enfermedad ó la muerte? ¿qué se diría de quien así procediera? Contesten los mismos experimentadores referidos y aplíquense la calificación, porque ellos así obraron con la circunstancia agravante de haber comparado seres de necesidades muy distintas y en condiciones las mas opuestas, y si bien la imposibilidad de pesar y medir la evaporacion de los árboles de monte en sus condiciones naturales obligará siempre al experimentador á cambiarlas, no debe hacerse de una manera que solo al absurdo pueda conducir: indiquemos, pues, los errores cometidos y los medios de evitarlos para tener indicios, solo indicios mas seguros de la verdad buscada, ya que otra cosa no es posible.

La diferencia entre la evaporacion del agua del depósito y la de la vasija embebida ó el suelo mojado, no depende *solo*, como dice M. Mariè-Davy, de la mayor temperatura por el último y el aire adquirida, sino de esta, de la superficie sobre que se extiende el agua, *que depende de la de las partículas del suelo, que puedan tenerla separada* y de la renovacion del aire con ella en contacto, como puede comprobarse fácilmente multiplicando el número de riegos por dia y disminuyendo su intensidad; de manera que la evaporacion del mismo suelo á igualdad de agua llovida, de temperatura y de humedad en la admósfera es proporcional al número de lluvias, ó lo que es lo mismo está en razon inversa de su intensidad y como con ella además, segun demostraremos mas adelante, crece notablemente el *agua torrencial á expensas de la evaporada y filtrada*, es fácil ya de esto deducir si obrará en los manantiales profundos como cree M. Mariè-Davy ó si lo hace como diremos en su lugar oportuno.

Con buen criterio recurrió el observador á la capa de glumas de arena para evitar en lo posible la influencia de la *variabilidad de la evaporacion del suelo* en la que buscaba de las plantas; pero creemos que el poco espesor de aquella no era suficiente al objeto, con tanto mayor motivo cuanto que es de presumir que el suelo de todos los liestos plantados no estuviera igualmente asombrado, ni sometido á las mismas condiciones de renovacion del aire, ya que ni las plantas eran iguales en altura y frondosidad, ni idéntica su posicion; tampoco creemos sea exacto que el suelo empradizado tenga las mismas condiciones que el cubierto de glumas.

La muerte de la balsamina y el estado morbosos de las demás plantas, que sus hojas indicaba, dice bien claro, que se encontraban en condiciones anormales, y por consiguiente que los resultados habian de ser defectuosos, ya que la exhalacion acuosa, verdadero carácter distintivo de la lozanía vegetal, que de aquella depende, cuando no es forzada, no puede deducirse de esa evaporacion que mata la planta.

No indica el observador si el riego se hacía por aspersion sobre las plantas ó por inundacion sobre el suelo y esto nos impide apreciar la influencia que podía tener en los resultados; pues en el 1.<sup>er</sup> caso, que es probablemente el de la observacion, mojando la desigual superficie de las plantas habia de dar por el solo hecho de la *evaporacion fisica* diferencias sensibles; las que se observan entre las cantidades evaporadas en los dias inmediatos á cada riego relativamente á la de los siguientes indica bastante esta influencia; ¿la diferencia en las cantidades evaporadas por el geranium procederán de esto? porque no se concibe que debiendo tener su tierra en los segundos dias bastante humedad hubiera tanta diferencia en la evaporacion de los primeros á los segundos, ni mucho menos lo esplican las observaciones del experimentador, en nuestro concepto.

Sobre las condiciones de las plantas solo se dá la altura y este dato por sí nada significa, pues que la evaporacion, con

lo que verdaderamente está en relacion, es, en igualdad de de todas las demás condiciones, con la superficie provista de estómates sean hojas ó cortezas, que exhalan y estimulan la succion y con las raicillas que verifican la última, y como es sabido que á igualdad de altura la mayor parte de las plantas anuales tienen mas superficie absorbente y exhalante que las perennes y los arbustos que los árboles, claro y evidente es que de tales datos no pueden deducirse los resultados, que los montes y los campos ofrecerán, con tanto mayor motivo cuanto que aquellas condiciones no las adquieren los árboles en tan temprana edad, ni la marcha del crecimiento, efecto de aquellas causas, es la misma para todas las especies: estamos seguros de que si se compara la superficie de las partes verdes y de las raicillas de la yerba del césped con la correspondiente á las demás plantas se encontrará la verdadera causa de la diferencia en la evaporacion, aun en las anómalas condiciones, en que se han puesto, demostrando que el resultado de las experiencias á nada conduce bajo el punto de vista comparativo, ni bajo el de su desarrollo natural al aire libre y todo por haber puesto las plantas en condiciones inadmisibles.

Relativamente á la experiencia con las ramas, si bien en la comparacion de los resultados se procedió con mas lógica y conocimiento de causa, no creemos necesario entretenernos en demostrar sus errores, porque ya lo hicimos al tratar de las análogas de M. Vaillant, y si bien no constan suficientes datos para apreciar en todo su valor los resultados, es indudable que estos no son tan absurdos, porque á juzgar por la altura de la capa de agua por cada planta exhalada en 10 dias, para los del período de la vegetacion activa, no resulta tan excesiva como en aquella, sin que se comprenda bien la razon de la diferencia, ya que era el procedimiento el mismo en cuanto á las ramas; pero basta de todos modos con lo dicho para rechazar las relaciones por tales experiencias suministradas.

De cuanto dejamos consignado acerca de la *evaporacion*

*fisiológica*, se deduce de una manera evidente que si no es posible admitir por ser muy exagerados los resultados experimentales hasta ahora obtenidos, no puede ponerse en duda que la cantidad de agua evaporada debe ser importante; tal vez no sería absurdo suponer que no baja del 40 p.  $\cong$  (1) de la llovida durante el período de la vegetacion activa en atencion á la gran superficie de las hojas y raicillas, al crecimiento de los árboles y á la gran cantidad de agua, que retiene entre sus moléculas el esponjoso suelo de los montes, de que paulatinamente provee á aquellos obligándolos en cierto modo á limitar la evaporacion haciéndola mas regular y continuada en provecho no solo de su mejor desarrollo sino tambien de la humedad del aire, que, en lugar de las alternativas de exceso y defecto, puede con ello conservar un grado conveniente á la vida de los séres; esta accion de los árboles es tanto mas benéfica cuanto que ejerciéndose solo durante el dia en el periodo referido y no por la noche, es decir en la estacion y á las horas de mas fuertes calores y en cierto modo proporcionalmente á ellos, no solo mitiga sus perniciosos efectos en tal sentido sino los que son consiguientes á la sequedad del aire, que con ellos se produce, al propio tiempo tambien que, como ya dijimos (pág. 7), le eliminan con mayor intensidad del ácido carbónico; de suerte que por todos conceptos tienden los árboles á conservar en el aire las condiciones mas armónicas con la vida animal.

Si se tienen en cuenta las graves dificultades que se presentan para medir esta accion directamente en las condiciones normales de la vegetacion arbórea y fijar un tipo exacto de comparacion por su misma variabilidad, no podrá menos de admitirse que para obtener una idea aproximada de esta accion las

---

(1) No fundada en experiencias positivas esta cifra, no tiene mas valor que el de una apreciacion general de la verdad hasta ahora desconocida, ni la consignamos con otro objeto que el de hacer constar la importancia que creemos tiene esta accion esencialmente variable de los montes.

experiencias deben hacerse de manera que colocándose las plantas, objeto de ellas, en condiciones de temperatura, luz y suelo análogas á las que en la naturaleza se encuentran, se las provea solo del agua necesaria á su buen desarrollo y comparar los resultados teniendo en cuenta las superficies absorbente y exhalante de cada una y las condiciones de su estado y duracion natural, así como el período de su vegetacion para comprender su influencia; pero todas estas variables dificultan tanto la observacion y sobre todo la fiel interpretacion de sus resultados que no sería aventurado suponer poco menos que imposible el descubrimiento de la verdad por este medio directo.

Tal vez no lo sería tanto buscando la relacion entre el agua absorbida y la apropiada en diferentes tiempos de cada período y en distintas edades para cada una de las especies características de los montes, los campos y los prados naturales sin riego ó solo con el indispensable para mantener fresco el suelo, cuidando asimismo de comparar la influencia en aquella relacion de los diferentes suelos y en todos casos aproximar, en cuanto posible sea, las condiciones de la experiencia á las naturales, que produzcan un desarrollo normal á las plantas: aunque tantas precauciones, y las demás que se comprende deberían tomarse, dificultarían no poco la experimentacion, ni así creemos que se obtuvieran relaciones exactas, pero sí lo suficientemente aproximadas para que se pudiera formar una idea de la influencia de que nos ocupamos y otras muchas recíprocas á los montes y agentes meteóricos.

Veamos ahora cuál pueda ser la importancia de la que tiene la *evaporacion directa por el suelo forestal y por el desnudo de vegetacion* y así, teniendo en cuenta aquellas cantidades, llegaremos á conocer sus influencias respectivas en el supuesto en que venimos hablando (pág. 249) de que sea igual la cantidad de agua llovida en el mismo tiempo en los montes y lejos de ellos.

No basta para esto, como han creido algunos, comparar el re-

sultado ofrecido por dos admidómetros, uno colocado debajo de los árboles y otro fuera de ellos, porque esto solo nos indicará la relacion entre las condiciones evaporatrices de la admósfera de cada lugar; es decir las consiguientes á la temperatura, humedad y renovacion del aire sobre el agua de los depósitos, y se comprende fácilmente que esta relacion no nos dará idea exacta de la accion que se busca, porque depende esencialmente la evaporacion de la cantidad de agua existente en cada suelo durante el período entero de la observacion, de la superficie en que se extiende en cada uno y de sus condiciones fisicas, que no la dejarán libre con la misma facilidad, ni obrar en ella con igual intensidad á los agentes exteriores; de suerte que, si juzgando por los resultados admidométricos solamente no puede ponerse en duda que la evaporacion debe ser mayor fuera que debajo de los árboles, fácilmente se comprenderá tambien que esta relacion debe invertirse cuando se tienen en cuenta las condiciones hidrológicas de los suelos de cada lugar, al menos en el período de la vegetacion activa y siempre que las lluvias no sean moderadas y frecuentes, sino, como de ordinario sucede en nuestros climas en tal estacion, poco numerosas y abundantes.

En efecto, fuera de los árboles (1) la accion directa del sol sobre la tierra y la constante renovacion del aire producen una rapidísima evaporacion; pero como el agua de las lluvias de alguna consideracion corre por la superficie, como ya explicamos (pág. 37) humectando la tierra á poca profundidad en la generalidad de los casos y las poco importantes solo producen el último efecto, claro es y evidente que la evaporacion

---

(1) Téngase muy presente que nos referimos á los suelos desnudos de la region forestal y consiguientemente de poco espesor y endurecidos por las lluvias, paso de ganados, etc., cuando por el arrastre no presentan al descubierto la roca, cosa harto frecuente en nuestra pátria, y que ha de producir efectos mas perniciosos que aquellos bajo todos conceptos.

cesará pronto y á su abundancia transitoria ha de seguir un largo período de sequía, si la lluvia se hace esperar.

En el suelo forestal nada de esto sucede, porque absorbiendo sus diferentes capas toda el agua, que de los árboles pauladamente se desprende (pág. 36), la humífera con sus irreemplazables propiedades (pág. 33) se apodera de ella casi en su totalidad y paulatinamente se la cede á las capas inferiores y á la atmósfera suprayacente, cuando no está saturada por la exhalacion de los árboles, de que tambien se apodera en tiempo seco para conservar un estado higrométrico moderado en la atmósfera inter-arbórea, segun se deduce de lo dicho en el *estudio segundo* relativamente á sus propiedades físicas.

No puede, sin embargo de todo esto, decirse á priori y en absoluto si uno ú otro suelo evapora mas, porque esto depende de la frecuencia é intensidad de las lluvias, ya que es evidente, que cuando sean próximas y poco abundantes los primeros devolverán la mayor parte de sus aguas á la atmósfera, mientras que la que de ellas al suelo forestal arribe por el humus será retenida; pero como al mismo tiempo en tales circunstancias la evaporacion física por las copas de los árboles aumentará considerablemente, se compensarán estas diferencias; puede, pues, dejarse sentado que los suelos forestales suministrarán mas vapor á la atmósfera que los desnudos de vegetacion, aunque en estos la evaporacion sea muchísimo mas rápida, cuando de agua están provistos, es decir inmediatamente despues de las lluvias, ya que pronto desaparece; de manera que el exceso de accion en los suelos forestales depende de la continuidad consiguiente á su constante humedad, si quiera con la mas baja temperatura y menor renovacion del aire suprayacente sea aquella accion mas moderada que en los primeros en momentos dados; así, pues, no hay duda que así como en estos el efecto ha de ser pasar de la extrema humedad (1) á la sequía extrema, el de aquellos es conservar

---

(1) Nuestros lectores habrán observado que cuando en las comarcas

siempre en su admósfera y consiguientemente en las comarcas próximas un estado higrométrico conveniente á la vida de los séres.

Esto lo justifican indirectamente las experiencias de M. Marié-Davy, ya que la evaporacion de los suelos forestales debe ser análoga, aunque menos intensa por lo que se acaba de decir, á la del depósito de agua, que observó en ellas comparándole con la del suelo desnudo en los dias siguientes á un riego abundante, cuyo resultado fué que al principio era mayor en el segundo que en el primero, pero mayor despues y en el conjunto de los dias en este que en aquel, conduciéndole á consecuencias analíticas idénticas á las nuestras, segun dejamos expuesto.

De ellas dedujo tambien otras contrarias á la filtracion de las aguas en el suelo forestal y consiguientemente á la formacion de los manantiales, con completo desconocimiento de las condiciones propias de tales suelos y lo absurdo de los resultados experimentales de M. Belgrand, de que nos ocuparémos mas adelante; de manera que él dice, si evaporan mas los montes y retienen de las aguas llovidas menor cantidad que los campos y suelos desnudos, claro es que aquel exceso ha de ser en perjuicio de la filtracion; el razonamiento, como se vé, es lógico, pero fundado en datos absurdos y por consiguiente el resultado tambien lo es, porque el exceso en la evaporacion es mas que compensado por la disminucion en las corrientes superficiales, como verémos pronto y puede ya comprenderse en cierto modo con lo dicho al ocuparnos de las condiciones de los suelos y la formacion de las torrenteras, sin que pueda es-

---

agrícolas llueve con alguna abundancia, si despues el sol calienta, se forman al momento nubes que renuevan por la noche ó al dia siguiente la lluvia, repitiéndose esta hasta que el viento con las nubes conduce el agua á lejanas comarcas; de manera que la de lluvia en realidad se repite en la observacion y no se aprovecha por las plantas sino en pequeña parte y no siempre con la utilidad que reportaría si desde un principio fuera por el suelo retenida.

plicarse que con tales precedentes el experimentador y otros de la misma opinión admitan que los árboles absorben la humedad de las capas inferiores del suelo y que con los montes aumentan los *manantiales superficiales*, ya que estos y aquello sería imposible con las condiciones, que á los suelos forestales atribuyen.

Las observaciones de Risler tampoco justifican tales opiniones, porque es seguro que comparó cosas heterogéneas llamando suelo forestal al que *procedente de montes completamente arruinados ó despojados de su capa húmifera* no reunía ninguna de las condiciones de ellos características, como es fácil deducir de las esplicaciones mismas que sobre tales experiencias dá M. Mariè-Davy al contestar á las objeciones, que sobre los resultados de las suyas antes referidas le hizo M. Margin (1) siendo fácil comprobar tales resultados comparando el agua retenida por los suelos forestales, agrícolas y yermos en un metro cuadrado y distintas profundidades, siempre empero que los primeros reúnan las condiciones que les deben y pueden caracterizar; ya que en tal supuesto razonamos y debemos hacerlo, segun en el resúmen de esta primera parte se demostrará.

Veamos ahora el resultado de las observaciones admidométricas hasta ahora practicadas, pues si bien por sí solas nada cierto nos dirán, segun lo antes expuesto, contribuirán á que nos formemos cabal idea de esta compleja accion mientras se hacen otras observaciones mas fehacientes, y sobre todo nos harán conocer los medios hasta ahora utilizados.

Ya dijimos (pág. 257) las condiciones de los admidómetros por M. Mathieu en 1867 utilizados en Belle-Fontaine, las de los udómetros á ellos unidos y las del lugar de observacion; veamos, pues, los resultados obtenidos; pero como segun entonces demostramos la cantidad de agua que cae debajo de las copas, no es, como aparecía de los udómetros ordinarios, el 23

---

(1) *Revue des eaux et forêts*—1869.—pág. 402 y siguientes.

y 25'5 p.  $\ominus$  sino del 5 al 6 p.  $\ominus$ , segun resultó del especial, si bien éste apreciaba la caída por el tronco, siendo el admidómetro de mayor superficie que estos udómetros y agregándose á la altura arreglada del agua del depósito la llovida, claro es que si esta es realmente mayor que la indicada por el udómetro la cantidad evaporada no se determinaría con exactitud; para evitar este defecto y aunque el admidómetro no recogería toda el agua que al suelo podía llegar, suponemos que así fuera y ponemos en el siguiente estado los resultados observados por M. Mathieu y los calculados en el concepto de que la cantidad por las copas retenidas fuera solo el 6 p.  $\ominus$  en lugar del 23 ó 25 p.  $\ominus$ , pues si bien por lo dicho pecaríamos por exceso, cuando M. Mathieu lo ha hecho por defecto y el tipo medio no nos dará los verdaderos resultados, aquél no será de la importancia que éste y aproximándonos mas á la verdad nos pondremos en condiciones mas desfavorables á la causa de los montes, como creemos procedente en caso de duda.

MESES.	ALTURA DE LA CAPI DE AGUA EVAPORADA.			ALTURA DE LAS DIFERENCIAS.		
	Fuera de los árboles. F.	DEBAJO DE LOS ARBOLES SEGUN EL UDOMETRO.		F—O.	F—E.	E—O.
		Ordinario. O.	Especial. E.			
Abril. . . . .	42'50 mm.	26'50 mm.	46'74 mm.	16'00 mm.	—4'24 mm.	20'24 mm.
Mayo. . . . .	77'25	13'75	29'51	63'50	47'74	15'76
Junio. . . . .	84'00	17'00	21'36	67'00	62'64	4'36
Julio. . . . .	76'00	8'00	28'44	68'00	47'56	20'44
Agosto. . . . .	80'25	12'25	14'65	68'00	65'60	2'40
Setiembre. . . . .	43'00	4'00	7'66	39'00	35'34	3'66
Octubre. . . . .	11'00	1'00	20'50	10'00	—9'50	19'50
Totales. . . . .	414'00 mm.	82'50 mm.	168'86 mm.	331'50 mm.	245'14 mm.	86'36 mm.

De las observaciones udométricas en el mismo lugar practicadas y que en la pág. 259 dejamos consignadas, resulta que el agua llovida durante los referidos siete meses fué de 444 mm. y por consiguiente se deduce comparando este número con los totales de las casillas 2.<sup>a</sup>, 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup> del estado anterior (1) que :

1.º Al aire libre, ó sea en los suelos desnudos, ha de suceder necesariamente á la grande humedad, consiguiente é inmediata á las lluvias, notable sequedad, pues si en el depósito se evapora toda el agua llovida, con mayor razon lo haría en el suelo, en que es mas rápida tal accion, cuando de ella está provisto, aunque se supusiera que nada corriera por la superficie, ni fuera filtrada, y como en el primer concepto sobre todo pierde la mayor parte de la caida en las grandes lluvias, es consiguiente el estado alternado de aquellas dos condiciones, siquiera en el sitio en que la observacion se hizo la influencia del monte y árboles próximos esparcidos debió mitigar aquella accion disminuyendo la temperatura, deteniendo los vientos y trasmitiendo al aire sus condiciones higrométricas; en vista de todo esto puede formarse una idea aproximada de lo que en tales suelos debe suceder.

2.º Si se admitieran los resultados obtenidos por M. Mathieu y que el suelo forestal evaporase con la misma intensidad que el depósito del aparato, á que, si no llega, indudablemente se aproxima en muchos casos, resultaría que aquel evaporaba el 13'5 p.  $\infty$  del agua recibida en el mismo tiempo y el 38 p.  $\infty$  admitiéndose la modificacion, que hemos creido oportuno introducir calculándolo bajo la base que la retenida por las copas era solo el 6 p.  $\infty$ , siquiera estos resultados superarán á la verdadera evaporacion, aunque tal vez así que-

---

(1) Análogas relaciones se obtienen con los resultados en 1868 obtenidos, por cuya razon y por no conocer la verdadera evaporacion, segun se desprende de nuestras anteriores consideraciones, dejamos de consignarlas.

dará compensada la diferencia consiguiente á la superficie, en que se extienden las aguas en el aparato y en el suelo.

3.º Si en lugar de estas relaciones para los 7 meses buscamos las correspondientes á los 5 del período de la vegetacion activa despreciando los resultados de los otros dos, ya que no se conocen, como seria conveniente, los restantes del de la pasiva, tendrémos que *la evaporacion fuera de los árboles en tal período fué de 560.50 mm. habiendo sido el agua llovida 275 y por consiguiente el 132 p. ♂, debajo de los árboles, segun los cálculos de M. Mathieu, 55 mm. ó el 20 p. ♂ y segun nuestra hipótesis 101.62 mm. ó sea el 37 p. ♂, de manera que quedando la última próximamente igual á la obtenida para los 7 meses, la correspondiente al admidómetro puesto fuera de los árboles justifica de una manera mas evidente las alternativas de humedad y sequedad á los suelos desnudos atribuidas.*

La diferencia en las condiciones evaporatrices de la admófera las ponen de manifiesto las casillas 5.ª, 6.ª y 7.ª y no solo llama en ellas la atencion la importancia de sus totales sino mas particularmente las diferencias F-E *correspondientes á los meses de Abril y Octubre, únicos comprendidos del período de la vegetacion pasiva*, que, siendo negativas segun nuestra hipótesis y muy inferiores á las de los otros meses segun la de M. Mathieu indican que la evaporacion en tales meses fué mayor ó por lo menos igual debajo de los árboles que fuera de ellos sin que, en nuestro concepto, se pueda atribuir á otra cosa que á menor grado de saturacion en el aire por la cesacion sin duda de la exhalacion acuosa de los árboles, ya que la temperatura por la mañana y por la tarde en ellos fué siempre mayor fuera que debajo, segun puede verse en el estado inserto en la pág. 223 y el aire no pudo en ningun caso renovarse mas debajo que fuera de los árboles.

Aunque segun sus cálculos no se hizo tan patente esta aparente anomalía, llamó la atencion á M. Mathieu el resultado del mes de Abril, atribuyéndolo justamente á que las hojas no se habian aun desarrollado y por consiguiente á la mayor accion

del sol y los vientos y menor humedad del aire por la no exhalacion de los árboles, lo cual es suficientemente justificativo en el caso de quedar la evaporacion inferior á la del admidómetro exterior, pero no en el contrario, que resulta segun nuestro supuesto, lo cual tal vez demostraria exageracion del agua por el depósito recogida; pero, si observamos la retenida en dicho mes por los árboles de Cinq-Tranchèes hallamos que fué solo de 2 p.  $\infty$  y por consiguiente menor que el término medio admitido por nosotros y por lo tanto, si en Belle-Fontaine sucedió lo mismo, el resultado real debió ser aun mas notable; por el contrario habiendo sido el 43 p.  $\infty$  en el mes de Octubre resulta exagerado el aumento, que hemos dado al agua del depósito, por consiguiente si en la 2.<sup>a</sup> estacion sucedió lo mismo la evaporacion debió ser mucho menor, como corresponderia á la gran cubierta de los árboles en dicho mes: llamamos, pues, sobre esto la atencion del sábio Profesor de la escuela de Nancy y no dudamos resolverá esta y otras dudas de una manera satisfactoria con el exámen minucioso de los lugares de observacion y detalles de esta y en caso necesario con su repeticion; á nosotros nos es imposible por carecer de estos y otros datos indispensables para ello.

Tambien sería conveniente continuarlas en el período completo de la vegetacion pasiva, pues es de esperar que no seguirán la misma marcha que en el de la activa por la inversion de la correspondiente á la temperatura del aire, por la cesacion de la exhalacion acuosa y otras acciones de las hojas y ramillas desprendidas y los troncos mismos de los árboles; pero de hacerlo conviene modificar el sistema y los aparatos y elegir los lugares de manera que los resultados se aproximen mas á la verdad buscada.

Reasumiendo cuanto hemos dicho sobre la evaporacion por los montes y los terrenos desnudos producida, resulta que :

## LOS MONTES

durante el periodo de la vegetacion activa:

*Por evaporacion fisica* envian á la admósfera del agua llovida durante el mismo tiempo :

Segun las observaciones del ilustre Mariscal M. Vaillant en Fontainebleau, por los pinos, el 34 p.  $\infty$ ; por los robles el 47 p.  $\infty$ , y por los abetos el 72 p.  $\infty$ .

Segun las practicadas en Montargis por el ilustre M. Becquerel en la Jacqueminière fué el 45 p.  $\infty$  y en la Salvionnière el 23 p.  $\infty$  sin que se conozcan las especies arbóreas, ni el tanto correspondiente especialmente á cada período.

Segun las observaciones del ilustre M. Mathieu practicadas con udómetro especial en la estacion forestal de Cinq-Tranchées en un rodal de hayas y carpes fué en 1866 el 5 p.  $\infty$ ; en 1867 el 6 p.  $\infty$ , y en 1868 el 10'4 p.  $\infty$ : con el udómetro ordinario en Belle-Fontaine en un rodal mezclado de hayas, carpes, robles y fresnos con buena espesura, obtuvo el 24'5, 23'5 y 33'5 p.  $\infty$  ó sea el 27'8 término medio.

Siendo los resultados obtenidos en Cinq-Tranchées los mas fidedignos y completos, admitimos, aunque es consiguientemente variable esta accion con las condiciones de los montes, que estos en tal concepto envian á la admósfera del agua llovida en el referido período el. . . . . 7'1 p.  $\infty$

*Por evaporacion fisiológica* emiten á la misma (1) del agua llovida durante tal período :

Segun las experiencias con una rama de roble practicadas durante tres dias por el ilustre Mariscal M. Vaillant una can-

---

(1) Téngase presente que la exhalacion tiene lugar de día y no de noche, segun Sennebiér, circunstancia que hace mas benéfica la influencia de los montes.

tividad enorme, que pasa con exceso la llovida durante todo el año y es por consiguiente inadmisibile por absurda.

Segun las practicadas por el ilustre M. Mariè-Davy con plantas enteras de pequeñas dimensiones puestas en tiestos y regadas cada dos dias copiosamente y con diferentes ramas en agua colocadas, los resultados en la pág. 275 y siguientes consignados, de los que tomamos los del abeto que fueron en 10 dias 34'01 mm., cuando el suelo desnudo evaporó 29'89 mm. y el agua 46'38 mm.; deduciendo el experimentador, que durante el verano *los montes evaporan mas que los campos, éstos mas que el suelo desnudo y éste por lo menos toda el agua de lluvia en el mismo tiempo caída*; pero ni estos resultados son precisos y bien determinados, ni admisibles por la anormalidad de las condiciones de la experimentacion; no obstante dan indicios de la importancia de la accion y en su vista y apreciando en conjunto las condiciones de los árboles en monte alto regular *suponemos*, ya que en datos seguros no podemos fundarnos, que en tal concepto envian á la admósfera el 40 p.  $\cong$  del agua llovida durante el mismo período.

*Finalmente por la evaporacion directa del suelo los montes emiten :*

Segun las observaciones admidométricas en Belle-Fontaine por M. Mathieu practicadas el 20 p.  $\cong$  y el 57 p.  $\cong$  segun las modificaciones en ellas por nosotros introducidas.

De todo esto resulta que, *si bien se desconoce todavia la entidad de esta triple accion de los montes*, no sería aventurado calcularla como sigue :

Por evaporacion fisica. . . . .	el 7 p. $\cong$
Por id. fisiológica. . . . .	el 40
Por id. directa del suelo. . . . .	el 37
	<hr/>
Total. . . . .	84 p. $\cong$

De manera que parece fuera de duda que casi toda el agua en los montes llovida durante el período de la vegetacion activa es, por estos tres conceptos, devuelta á la admósfera; *pero*

solo el 7 p.  $\cong$  inmediatamente despues de las lluvias y el resto paulatinamente en los momentos de mayor calor y sequía y por consiguiente modificando las malas condiciones higiénicas de aquella y utilizando el 40 p.  $\cong$  en una funcion importantísima de los árboles mismos, que se apropiarán del 16 p.  $\cong$  restante una parte mientras la otra se filtrará contribuyendo á la alimentacion de los manantiales.

*Durante el período de la vegetacion pasiva:*

*Por evaporacion fisica* envian á la admósfera del agua en el mismo tiempo llovida :

Segun las precitadas experiencias de M. Vaillant 47, 30 y 77 p.  $\cong$  respectivamente.

Segun las hechas por M. Becquerel el 45 y 23 p.  $\cong$ .

Segun los resultados obtenidos por M. Mathieu el 6, 3 y 4'5 y 23'5 y 20'4 p.  $\cong$  y siendo los tres primeros del último los mas aceptables creemos puede admitirse con las reservas procedentes, que la entidad de esta accion es en tal período el 5'2 p.  $\cong$  del agua llovida.

*Por evaporacion fisiológica* durante este período no emiten agua ó á lo mas en cantidad despreciable por no obrar en él la exhalacion.

*Por evaporacion directa del suelo* no se conoce la cantidad que envian á la admósfera por falta de observaciones, pero si se tiene en cuenta la temperatura propia de la estacion, la capa de hojas que al suelo abriga, y las demás condiciones de los montes, es fácil de presumir que no puede calcularse en mas del 15 p.  $\cong$  de la llovida; de suerte que, segun nuestra apreciacion, en el segundo período la evaporacion no pasará del 20 al 21 p.  $\cong$  y de esto el 5'2 p.  $\cong$  inmediatamente despues de las lluvias y el 15 paulatinamente; quedará pues en este período del 79 al 80 p.  $\cong$  para la filtracion, ya que serán nulas las corrientes superficiales en montes de las condiciones admitidas, que ciertamente no son las que hoy reunen los de España.

## LOS SUELOS DESNUDOS.

---

*Durante el primer periodo* evaporarán con extrema rapidéz el agua de las lluvias retenida, cuya cantidad será inversamente proporcional á la intensidad de aquellas en igualdad de las demás condiciones; pero como en las de alguna importancia hay siempre corriente superficial resulta que sin ser mayor que en los montes la evaporacion, no alimentarán mas que ellos la filtracion, ni conservarán en el aire un estado higrométrico conveniente, sino que darán lugar á la alternativa de humedad y sequedad extremas, con tanto mayor motivo cuanto que será mayor que en los montes la temperatura é influencia de los vientos, como tenemos demostrado.

*Durante el periodo de la vegetacion pasiva* se producirán estos mismos efectos, pero en mayor grado, porque si bien aumenta el tiempo y consiguientemente la cantidad de la evaporacion, aunque disminuya su intensidad, encontrándose el suelo mas endurecido y húmedo de ordinario lo harán mas considerablemente las corrientes superficiales con perjuicio de la filtracion, que ha de limitarse á una pequeña parte del agua retenida por el suelo.

*Los montes por consiguiente, aumentan y regularizan la evaporacion al propio tiempo que la filtracion á expensas de las corrientes superficiales, mientras en los suelos desnudos estas lo hacen en perjuicio de aquellas; de manera que la benéfica influencia de los montes en tal concepto, si bien su intensidad no está, por la experiencia suficientemente demostrada, es evidente é incuestionable; y como á igualdad de vapor en la atmósfera han de aumentar la humedad en el periodo de la vegetacion activa, segun ya dijimos (pág. 247) lo será asimismo en este factor originario de los hidrometeoros y mas patente aun se hará esto, cuando hayamos demostrado que en tal periodo llueve mas en los montes que en los campos y que la*

*distribucion del agua caida en unos y otros favorece tan apetecible resultado, así como en el de la pasiva debe suceder lo contrario por el aumento de temperatura y disminucion de evaporacion y agua llovida tendiendo de una manera muy marcada y conveniente á armonizar las condiciones higrométricas del aire con las necesidades higiénicas de la vida animal y vegetal.*

Los suelos á la agricultura destinados obrarán sin duda en los tres conceptos para los montes esplicados; pero con intensidad variable no solo por las razones, que para estos hemos apuntado, sino por el cambio de los períodos de vegetacion correspondientes á cada especie y objeto final del cultivo y por las diferentes dimensiones, que dentro de los límites del de la activa adquieren sus órganos en otros parciales muy breves, de suerte que no es posible sintetizar los efectos generales sin exponerse á errores de mucha trascendencia; así, pues, para averiguar la intensidad de esta triple accion comparativamente á la de los montes habrá que practicar experiencias especiales para cada planta de cultivo característica y tener en cuenta el tiempo, en que la accion se ejerce; pues fácilmente se comprende que la importancia del efecto no es la misma si se produce en invierno que en verano, en primavera que en otoño, ni tampoco si se obtiene con los riegos naturales que cuando para ello necesita de los artificiales; pues es claro y evidente que con estos se ha de aumentar la accion, pero no por la correspondiente á la planta y suelo en sí, sino por la que es consiguiente directamente al agua, que se les proporciona ó á las modificaciones que con ella la vegetacion y el suelo experimentan; ni por otra parte es procedente la comparacion ya que cuando á un suelo pueda facilitársele agua de esta suerte será de ordinario mas conveniente darle tal destino que el de monte, ó hay que tener presente la intensidad de la accion de éste en tales condiciones, pues ha de ser tambien mayor que la que en las naturales le corresponda; circunstancias esenciales que no han tenido presentes la mayor parte de los que de

la cuestion se han ocupado, ya que todos han sentido que las *praderas bien regadas* evaporan mas que los montes sin hacer los distingos procedentes y hablan en general de las tierras cultivadas, cuando su influencia es esencialmente variable.

No siéndonos posible dar los detalles, que deseáramos, sobre la influencia de las tierras cultivadas y empradizadas en su estado natural, creemos satisfacer á nuestro objeto consiguiendo algunas consideraciones relativamente á dos especies características de los campos de contrapuestos períodos de vegetacion y á los suelos de la region forestal naturalmente empradizados, con lo que creemos se formarán nuestros lectores una idea aproximada de aquellos desconocidos efectos.

El trigo tiene su período de vegetacion activa desde Noviembre ó Diciembre á Junio, es decir que comprende próximamente el de la pasiva de los árboles de monte aun que varía con la situacion del punto, que se considera.

En él, ni es la temperatura elevada, ni el aire carece de humedad y por consiguiente toda causa, que disminuya la 1.<sup>a</sup> y aumente la 2.<sup>a</sup> será contraria á las condiciones, que la higiene exige; pues bien, en tal período obra con estas dos tendencias la planta aludida y todas sus análogas en tal sentido: no lo hace en el siguiente período del año, porque agostada, muerta la planta deja de obrar frigoríficamente, ni sus acuosas exhalaciones pueden mitigar la sequedad del aire (1), quedando reducida su accion á la del suelo desnudo hasta que las labores del campesino espongan su capa superior haciéndole mas absorbente y consiguientemente evaporante, pero tambien mas fácil de ser por las aguas arrastrado con las corrientes superficiales, que favorece su desnudéz por el apisonamiento y formacion de la costra con las sustancias calizas y arcillosas en el agua diluidas, que en poco tiempo el sol seca y endurece.

---

(1) Desde que empiezan á secarse las cañas aun es peor el efecto que producen, porque reflejan los rayos lumínicos y caloríficos del sol de una manera inconveniente, como es fácil convencerse de ello recorriendo de 9 á 3 de la tarde de un día de Junio tales campos.

Estos cultivos, pues, obran contrariamente á los montes y en cierto modo peor que los rasos, porque dán frío y humedad, cuando pueden ser mas perjudiciales; así es que cuanto mayor sea su acción en el primer período tanto mas perniciosa debe ser su influencia térmica é higrométricamente considerados.

No conocemos datos bastantes para apreciar ni aproximadamente esta acción; pero es de creer que por *evaporacion fisica* enviarán á la atmósfera por lo menos tanta agua como los montes de hoja persistente, ya que su cubierta no debe ser menor á juzgar por la vegetacion que bajo de unos y otros se produce tenida en cuenta la mayor facilidad de penetrar en ellos la luz, el calor y el aire.

Por *evaporacion fisiológica* tal vez pudiera deducirse de las observaciones de M. Mariè-Davy, que durante el período que consideramos, debieran emitir una cantidad proximamente igual á la que en el de la activa de las especies forestales corresponde, pero como entonces es muy inferior al de éste la acción de la luz, calor y sequedad del aire es de presumir que no será como en ellos tan importante la exhalacion.

Finalmente por *evaporacion directa del suelo*, si bien no obrarán con la intensidad de los desnudos de vegetacion por tener menor temperatura, como es consiguiente á la funcion anterior, descarburacion del aire, etc., si lo harán por mas tiempo por conservar entonces alguna mas humedad, y no puede creerse que sea en junto menor que la evaporacion de los suelos forestales en el período de su vegetacion pasiva; porque aunque estos estén mas abrigados, húmedos y con mayor temperatura, la acción de los vientos no es en ellos tanta, ni la capa de hojarasca deja obrar con tanta libertad en el agua, que el humus aprisiona, á las influencias exteriores.

En suma; durante el período de la vegetacion activa del trigo, es decir próximamente la pasiva de los árboles de monte, aquel suministra á la atmósfera grandes cantidades de agua y bajas temperaturas y durante el resto del año obra próximamente comó los suelos desnudos; por lo mismo sin favore-

cer la filtracion perjudica las condiciones higiénicas del aire, salvo en los meses de Mayo y principios de Junio, en que obra como los montes, aunque con menor intensidad, aumentando la humedad en el período que menos se necesita y disminuyendo la temperatura del aire, que entonces convendría aumentar y al contrario en la época de los mayores calores; es decir, que su accion es próximamente contraria á la demostrada para los montes.

No sucede lo mismo al maiz y demás plantas agrícolas de vegetacion estival; pues es indudable que obrarán de una manera análoga á los montes durante el período de la activa y próximamente como los suelos desnudos en la pasiva, en que desaparecen si son anuales ó si perennes por su poca espesura y abrigo tienen poca influencia, si bien las labores propias de su cultivo aumentan algo la filtracion, pero es de observar que, de ordinario exigen suelos frescos, cuando no regables, y no obran nunca, á igualdad de condiciones locales, con la intensidad que los montes por la diferente influencia que tienen en la distribucion del agua llovida, porque no se oponen tanto como ellos á la acción de la radiacion solar y de los vientos, ni al endurecimiento y emprobecimiento del suelo, como fácilmente comprenderán nuestros lectores.

Los suelos empradizados de buenas condiciones deben tener una influencia intermedia entre la señalada á los desnudos y á las dos clases de cultivo espesadas, ya que si sus raices impiden el arrastre y detienen las corrientes superficiales favoreciendo la filtracion mas que los primeros, influyen los vientos, el choque de las aguas, y los rayos solares mas que en cada uno de los otros dos tipos en su período de vegetacion activa correspondiente y las labores del cultivo no esponjan, como en ellos, el terreno, ni el menor vigor de la vegetacion puede producir en la temperatura y la humedad efectos tan intensos; de manera que, aunque no se pueda por falta de observaciones y por la variabilidad de su influencia segun las condiciones del lugar, precisar la que les corresponde, sí formarse de ella

una idea aproximada, cuando las últimas sean conocidas, es decir, para cada caso particular.

Antes de dar por terminado este larguísimo artículo con- vendría tal vez indicar la opinion emitida sobre su interesante objeto por los sábios observadores y nuestros mas distinguidos adversarios; pero como todos lo han hecho considerando en globo la influencia de los montes en los hidrometéoros, siquie- ra alguna vez hayan hecho referencia especialmente á la cor- respondiente á la humedad, creemos mas oportuno aplazar aquella interesante exposicion para el fin del presente estudio, en que, en artículo especial, las analizaremos al reasumir bre- vemente la influencia de los montes en los hidrometéoros y la que el agua que nos proporcionan tiene en la vida de los séres, con lo que ganando tiempo y espacio evitaremos incurrir en enojosas repeticiones.

## II.

El gran desarrollo que en el estudio tercero dimos á la teo- ría de la *radiacion solar* y *celeste* y á la influencia de los mon- tes en la temperatura del aire, y en el artículo anterior á la del *estado higrométrico* de éste, nos permitirá al presente ex- poner en pocas páginas la correspondiente al *rocío*, *relente* y *escarcha*, su influencia en la vegetacion y la que en estos hidro- metéoros los montes tienen, justificando en parte por de pron- to la razon de nuestro proceder, habido en cuenta el deseo de extender en la pública opinion conocimientos generalmente ignorados de muchas personas, que viviendo sobre el terrazgo de sus rentas, podrán gozar mejor del *dulce mio* si saben con ellos apreciar los efectos de la vida vegetal y las causas que los producen, y combinar estas de la manera mas conveniente á sus intereses de todo género haciendo aplicacion de los prin-

cipios que les mostremos y otros que en su vista procurarán aprender; que nada despierta tanto este deseo como el empezar á darse razon de las causas originarias de los maravillosos efectos, que la naturaleza á nuestra vista presenta cada dia, ya se considere la materia sola, ya organizada y animada del soplo de la vida.

El rocío, como saben muy bien nuestros lectores, no es otra cosa que gotitas de agua, que sobre la mayor parte de los cuerpos expuestos al aire libre aparecen despues de las noches calmosas y serenas especialmente en primavera, verano y principios del otoño.

Várias son las teorías inventadas para explicar la formacion del rocío: «Aristóteles, dice M. Daguin, (1) que habia observado que el rocío solo se forma bajo un cielo despejado y que es menos abundante en las montañas que sobre las llanuras (2), le consideraba como una suerte de lluvia menuda por el frio de la noche producida. Esta explicacion, adoptada despues por diferentes físicos, es incompatible con el hecho de no aparecer igualmente sobre todos los cuerpos. Se pretendió posteriormente que el rocío se elevaba de la tierra, fundándose en que las campanas de vidrio, con que se cubren ciertas plantas, están por dentro tapizadas de rocío. Gersten, en 1733, sostuvo esta opinion y Mussembroek, despues de haberla adoptado, admitió que habia tres clases de rocío; una que se eleva de la superficie de las aguas, otra de la tierra y la tercera que cae de arriba. Leroy combatió las opiniones admitidas en su tiempo considerando los vapores, que de la tierra se elevan durante la noche, como siendo solamente una de las causas de aquel hidrometéoro.

---

(1) Obra antes citada, t. 2.º, pág. 197.

(2) Esto no es exacto en igualdad de condiciones de humedad, vegetacion y corrientes aéreas, porque en las primeras precisamente la radiacion celeste obra con mayor intensidad: lo que dá lugar á esta equivocacion es que de ordinario aquellas condiciones son en las últimas mas favorables á la produccion del rocío que en las primeras; no debe, pues, aceptarse en absoluto tal supuesto.

El doctor ingles M. Wells fué el primero que dió la teoría hoy admitida y que esplica perfectamente todos los hechos sobre el rocío observados, atribuyendo su formacion á la influencia en la temperatura del aire por la radiacion nocturna de los cuerpos. Cuando estos tienen gran poder emisor, con él hacen descender aquella hasta que excediendo la cantidad de vapor, que el aire contiene, al correspondiente á su saturacion, le deposita en forma de gotitas, mas ó menos grandes y abundantes, segun fuera mayor ó menor la cantidad de vapor en el aire contenido y el descenso de temperatura por la emision del cuerpo producido.

Compréndese muy bien que cuando un cuerpo de esta suerte se enfría, lo hace tambien el aire con él en contacto; éste, mas denso, baja y le reemplaza el que desocupa en su descenso; enfríase éste y baja á su vez y como le reemplaza en el contacto del cuerpo el primero ya enfriado, cuando lo es segunda vez pierde mas temperatura y así sucesivamente lo hará toda la masa de aire en contacto con el cuerpo, de manera que puede haber entre él y el aire, á quien comunica su temperatura, una diferencia notable con la que corresponde al que se encuentra á poca altura sobre ellos, observándose algunas veces ser de  $4^{\circ}$  á  $8^{\circ}$  entre un termómetro echado sobre yerba corta y otro puesto á 1 m. por encima del suelo.

Si suponemos, pues, que el aire en un principio tenia  $12^{\circ}$  de temperatura y solo 8 gramos de agua por metro cúbico, con lo que no estaría saturado, segun aparece en el estado de la pág. 235, resultará que si aquella baja á  $6^{\circ}$ , contendrá el aire mas de 6 decigramos excedente á su saturacion, que depositará sobre el cuerpo, en forma de pequeñas gotitas ó rocío quedando no obstante saturado.

Como el aire, que lo está, al descender se detiene en las partes bajas de las plantas y al ponerse en contacto con el mas frío, que descende despues, pierde desde luego temperatura, no es de estrañar que el depósito de rocío empiece por la parte media mas bien que por la superior, que puede ser mas fácilmente

renovada, con lo cual se justifica este hecho, que parecía comprobar la teoría de que el rocío procede de la tierra y que la mayor cantidad se forme en la segunda mitad de la noche.

En esto mismo funda M. Daguin la esplicacion de que en los buques en alta mar no se forme rocío, porque el aire enfriado, que desciende, es calentado por las aguas.

Esta teoría importantísima habría sido relegada al olvido por muchos partidarios de la que consideraba al rocío como elevándose del suelo, si M. Melloni no la hubiera completado empezando por demostrar que las otras se fundaban en falsas apreciaciones de los hechos.

Para ello expuso á la radiacion celeste horizontalmente un disco de hierro blanco con una gruesa capa de barníz en su parte central ocupando un círculo de la tercera parte de su diámetro y sobre él á 5 mm. de distancia otro disco pulimentado de diámetro inferior al del círculo barnizado en 10 mm. sostenido por un grueso alambre; de esta suerte quedaban expuestos directamente á la radiacion nocturna la superficie entera del disco superior y del inferior toda la corona circular no barnizada y otra de 5 mm. de altura que lo estaba, observándose que las dos primeras no se cubrían de rocío y si la última; que se extendía despues por la superficie del barníz de fuera á dentro y que lo mismo sucedia por la cara inferior del gran disco, que por lo demás quedaba sin cubrirse de rocío: este solo hecho esplicaba de una manera concluyente, que ni el rocío caía á manera de lluvia, ni venia de la tierra y era solo producido por el enfriamiento del barníz, de gran poder emisor, el que bajando la temperatura del aire hacia condensar el vapor de agua, que éste contenía, cuando resultó excedente á su saturacion con el descenso de temperatura y lo mismo sucede por la cara inferior, porque el barníz comunica la suya á la parte metálica del disco, que por ser buen conductor influía en la cara inferior sobre el aire como lo hacia en la superior el barníz; es decir, que al propio tiempo que se demostró la falsedad de los principios de las otras teorías, se comprobó la verdad del admitido por M. Wells.

Son, por lo expuesto, condiciones esenciales de la producción del rocío, que conteniendo el aire durante el día vapor de agua en cantidad no mayor de la necesaria para su saturación, de noche se enfríe lo suficiente para que sin llegar á la congelación exceda algo de aquel límite; por lo mismo solo puede observarse en nuestros climas al fin de la primavera, en el verano y principios del otoño en noches calmosas y serenas; pues, como ya dijimos (páginas 102 á 107 y otras) la radiación celeste no obra con notable intensidad, cuando el cielo está cubierto; con viento fuerte tampoco el rocío se producirá, porque no solo por el choque con los cuerpos produce calor sino que el continuo cambio del aire en contacto con aquellos impedirá su paulatino enfriamiento y por el contrario le favorecerá un viento suave sobre todo si el aire que conduce está cargado de vapor, ya que reemplazará al que de él se ha desprendido aumentando por consiguiente el rocío antes formado.

Consiguiente es también á lo dicho anteriormente que cuanto mayor porción zenital de los espacios celestes influya sobre un cuerpo, tanto mayor será su enfriamiento y el rocío que produzca; así la cantidad de éste dependerá, á igualdad de vapor en el aire, de la situación más ó menos despejada de aquel y por lo mismo mayor será en las mesetas, colinas y llanuras que en los valles estrechos; poco cerca de los edificios, árboles, etc., y nulo debajo de ellos ó cualquiera obstáculo que les sirva de pantalla; así se explica que en las calles de los pueblos no sea nunca tan considerable como en campo raso y nulo en el suelo de los montes de mucha espesura.

Finalmente, es claro, que el rocío dependerá del poder emisor de los cuerpos y así será mayor sobre las sustancias orgánicas y muy especialmente las partes verdes de los vegetales, sobre la tierra no apisonada, la arena, etc., que en los metales y todos los cuerpos buenos conductores del calor, que por esto mismo tienen un poder emisor muy reducido.

Para medir la cantidad de agua de rocío en los cuerpos depositada, M. Flaugergues empleaba una placa de metal pin-

tada al óleo y M. Gasparin un plato de vidrio; ambos recogían el agua, que por la superficie del *drosómetro* corría, y calculaban la que quedaba adherida á la misma por experiencias precedentes para determinar la que á cada rocío correspondía; pero como éste depende de la *humedad y del enfriamiento* del aire y el último varía no solo con el poder emisivo de los cuerpos sino tambien con su situacion, aquellos resultados realmente no hacen mas que indicar la *posibilidad del metéoro y no su intensidad*, que es esencialmente variable; por esto sin duda no se han hecho muchas observaciones al objeto de conocer la influencia en él de la latitud, altitud, exposicion, etc., prefiriendo, con razon, la que puedan tener en la *humedad*; pues si es poco menos que imposible llegar á conocer esta influencia, por la mayor de las condiciones locales, al menos no está, como la cantidad de agua del rocío, complicada con las frigoríficas de cada cuerpo en particular, lo que hace mas y mas variable el efecto y por lo mismo imposible su determinacion con las condiciones necesarias, para que sirva de carácter á una comarca.

Aunque de ordinario el rocío proporciona una cantidad insignificante de agua ( 1 ) tiene mucha influencia en las plantas, pues atenúa los efectos de la radiacion nocturna sobre ellas dejando libre el calor latente del vapor y les proporciona una humedad muy conveniente en las comarcas no lluviosas, con tanto mayor motivo cuanto que es mas abundante en los climas cálidos y mas luminosos, cuando mayor ha sido la evaporacion; así es que en ciertos paises meridionales pueden por su accion vegetar las plantas sin lluvias, mientras que mueren ó viven mal debajo de los árboles de gran cubierta

---

(1) En Florencia se observaron de 1800 á 1801 y de 1808 á 1809 87 rocíos por año dando una capa de agua de 6 mm., lo que hace corresponder á cada uno por término medio cerca de  $\frac{7}{100}$  de mm.; segun las observaciones de M. Flaugergues no pasan de  $\frac{5}{100}$  mm. (Becquerel—Éléments de Physique terrestre, etc. pág. 374).

por carecer entre otras causas de su benéfica influencia (1).

*La que en el rocío tienen los montes*, se deduce fácilmente de la demostrada relativamente á la temperatura, humedad y renovacion del aire, pues que conservándole muy húmedo entre sus numerosas hojas en el período de la vegetacion activa ó de los mas fuertes calores, cuando sobre aquellas obra la radiacion celeste, el rocío en abundancia se ha de producir dando lugar como ya dijimos (pág. 204) á que la temperatura del aire suprayacente se eleve algo y como esta capa es la que puede mas fácilmente trasladarse á las comarcas próximas, sin perjudicar á la produccion de tan útil hidrometéoro, antes bien consiguiéntenle á ella, mejorará la temperatura de aquellas enfriadas por la radiacion y no beneficiadas por el rocío por falta de humedad.

Esto no contradice tampoco el hecho de no encontrarse rocío en el suelo forestal de vuelo de gran cubierta, porque es consiguiénte á la siempre pequeña cantidad de agua producida en nuestros climas y á la forma en que tiene lugar, pues principalmente servirá para humectar las hojas y las ramas en la generalidad de los casos. No sucede lo mismo en muchas comarcas tropicales á juzgar por la relacion, que sobre uno extraordinario hace el ilustre M. Bousingault, que creemos digno de hacer constar, porque prueba en cierto modo la influencia indicada y la que en la temperatura y manantiales los montes tienen en concepto de persona tan competente.

«En los climas tropicales, dice, los montes contribuyen á bajar la temperatura, á la formacion y conservacion de los

---

(1) De-Candolle—Physiologie végétale. . . . . pág. 1189.

Este hecho generalmente observado requiere nuevas y minuciosas experiencias, porque es indudable que si en la atmósfera inter-arbórea y el suelo forestal existe bastante humedad, la no vegetacion de las plantas debe ser mas bien que á la falta de rocío debida á la no accion de la radiacion luminica directa y á la no renovacion del aire: problema es este de grande interés para la produccion forestal y que no puede al presente resolverse por carecerse de los datos experimentales necesarios.

manantiales, haciendo pasar el vapor acuoso del aire al estado de rocío. En las regiones muy cálidas es raro vibaquear en un claro de monte, cuando la noche es favorable á la radiacion, sin oír el agua continuamente desprenderse de los árboles próximos. Puedo citar, entre gran número de observaciones de esta clase, la que hice en un monte del Cauca. *En el Contadero de las coles*, en que yo vibaqueaba, la noche (a) era magnífica y no obstante en el monte, cuyos primeros árboles se hallaban á algunos metros, llovía abundantemente; la luz de la luna permitía ver correr el agua de sus ramas superiores (1).»

Ne debe deducirse de aquí que sea inmensa la diferencia entre la produccion del rocío en los montes y los campos y terrenos empradizados, cuyo período de vegetacion activa concuerde con el de aquellos; pues tambien hace constar en la misma página y en la anterior que es muy considerable la cantidad de agua así reducida por la yerba; pero sí se desprende de su relato que es mayor en los primeros.

*El relente* es una precipitacion de agua bajo la forma de finísima lluvia sin que se perciba nube alguna y debe ser producido por el enfriamiento nocturno de una admósfera saturada; de manera que solo se diferencia del rocío, en que la causa es mas general y no tan dependiente de las condiciones emisivas especiales á cada cuerpo.

Los montes deben tener en el relente la influencia consiguiente á la demostrada en la humedad del aire y poder emisorio de las hojas.

*La escarcha* se produce de una manera idéntica al rocío sin mas diferencia que la temperatura bajando á menos de 0° el vapor acuoso del aire, *sin pasar por el estado líquido*, se con-

---

(a) Del 4 al 5 de Julio de 1827.

(1) *Économie rurale*, t. 2.°, pág. 718.

Este hecho justifica lo dicho anteriormente sobre la cantidad de agua de rocío y su influencia en los climas cálidos.

vierte en hielo esponjoso, cuyo espesor aumenta paulatinamente.

«Se dice muchas veces que la escarcha no es otra cosa que el rocío congelado; pero es fácil ver que el vapor no se deposita desde luego en el estado líquido; pues, si así fuera, se presentaría en forma de pequeños mamelones de hielo amorfo trasparente y no como lo hace en capas cristalinas opacas, en que muchas veces se distinguen prismas implantados los unos al lado de los otros en la superficie de los cuerpos. En la primavera y el otoño es cuando los cuerpos pueden enfriarse lo bastante por la radiacion, para que haya formacion de escarcha (1).»

Como cuando tal sucede, de ordinario los árboles de monte no han desarrollado sus hojas ó estas han perdido sus condiciones exhalantes y emisivas no tendrán influencia favorable á la formacion de la escarcha y contra ella pueden influir obrando como abrigo de los vientos fríos, de que proceden muchas veces; sin embargo, cuando se encuentran en localidades naturalmente húmedas y frias, es probable que ellos cooperen á aumentar su cantidad en el principio y fin del período de su vegetacion activa por la influencia, que hemos dicho tienen en la humedad del aire, aunque es probable que esto mismo haga que se condense el vapor excedente á la saturacion antes que la congelacion se verifique trasmitiendo al suelo el agua resultante y solo reteniendo sobre sus hojas y ramas la escarcha procedente de la humedad del aire exterior, que de ordinario se congelará mas bien por la influencia de los vientos frios que por la radiacion nocturna de las hojas, si bien estas pueden retener mayor cantidad que las plantas herbaceas por las modificaciones, que á los vientos imprimen con su número y disposicion.

El *relente* y la *escarcha* obran sobre las plantas de una manera análoga al rocío, por mas que á la segunda acompañen

---

(1) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 200.

muchas veces temperaturas excesivamente bajas, de que son efecto y no causa, que perjudicando á la vegetacion hace que se la considere para la misma perniciosa atribuyéndola los efectos de aquellas.

### III.

Imposible es dar á conocer separadamente las teorías hoy admitidas sobre las nieblas y las nubes, la lluvia y la nieve sin incurrir en repeticiones ó referencias enojosas; porque idénticas son sus causas originarias, análogas sus influencias y la que en tales hidrometéoros tienen las condiciones locales y los montes especialmente se fundan en los mismos motivos; así pues, aunque con ello dificultemos bastante el objeto del presente artículo por la complicacion consiguiente á tal aglomeracion, parécenos oportuno tratar á la vez de todos los indicados hidrometéoros, si bien dentro de sus límites, y en cuanto nos sea posible procuraremos dar relativamente á cada uno las noticias especiales, que mas convenga á nuestro fin.

Todos reconocen en principio por base la condensacion en mayor ó menor grado del vapor acuoso en la atmósfera contenida y es evidente que aquella será siempre producida por aumento de vapor ó por descenso de temperatura con tal que resulte en el aire un exceso de agua de la correspondiente á la saturacion; de manera que toda causa que aumente el primero á igualdad de la segunda, ó que disminuya esta conservándose aquél, ha de favorecer la condensacion, el origen de los hidrometéoros y con mayor motivo si en tal sentido obra á la vez en los dos referidos factores; por eso los fenómenos de que nos vamos á ocupar han de depender de la *latitud, altitud y exposicion de los lugares, de las condiciones de los vientos en ellos reinantes, de su topografía y de la orogra-*

*fia general de las comarcas próximas, de su situacion mas ó menos continental, de las condiciones características del suelo y de la vegetacion que le cubre; porque todas ellas influyen en las causas generales antedichas, como en parte ya hemos demostrado en el anterior estudio; de la influencia, pues, de cada una de estas condiciones nos ocuparemos brevemente cuando hayamos definido los referidos hidrometeoros, expuesto como en la naturaleza obran de ordinario las causas primordiales y explicado para cada uno algunas condiciones características, porque solo así pondremos al alcance de los menos versados en estas materias las acciones é influencias objeto final de nuestro trabajo y los medios de observarlas.*

Las *nieblas* son masas de vapor, que condensadas en la region inferior de la atmósfera enturbian su transparencia en razon de su densidad dependiente de la cantidad de vapor y mayor diferencia entre su temperatura y la del aire, que la condensacion produce; pero en límites tales que ni ésta forme gotas de agua bien perceptibles y capaces de vencer la resistencia del aire cayendo en forma de lluvia, ni que llegue al grado de congelacion depositándose en forma de escarcha ó nieve, si quiera algunas veces pueda dar lugar á una menuda de aquella llamada *llovizna* y favorezca las otras dos conservando el agua en la forma mas conveniente para su especial cristalización: su densidad es tal en ocasiones que produce oscuridad completa al mediodía, como en Inglaterra se observa con frecuencia, si bien en muchas localidades será esto en parte debido á las partículas carbonosas y humos fabriles, que humedecidos con ellas descienden dándoles propiedades ofensivas á nuestros sentidos especialmente por la irritacion que en los ojos ocasionan.

Bajo el nombre de *nieblas secas* se comprenden tambien masas de polvo impalpable procedente de los desiertos ó de las cenizas volcánicas, como la que en gran parte de Europa se observó en 1783 despues de las erupciones de la Islandia y temblores de tierra de Calabria y en 1831 en Francia, costa

africana y hasta en América; tales nieblas no afectan al higrómetro y determinan una evaporación bastante rápida para ser muy perjudicial á las plantas (1); pero de estas nieblas extraordinarias no nos ocuparemos por ser en cierto modo ajenas á nuestro propósito, si quiera puedan los montes de sus efectos perniciosos defender en parte las comarcas, como es fácil deducir de sus múltiples influencias.

Las *nubes* solo difieren de las nieblas, en que ocupan mas elevadas regiones de la atmósfera, afectando formas variadas de que luego nos ocuparemos.

*Lluvia* es la caída del agua de las nubes, cuya mayor condensación por aumento de vapor acuoso ó descenso de temperatura permite la reunion de sus partículas en *gotas* mas ó menos grandes, pero siempre capaces de vencer la resistencia, que en suspensión mantenía aquellas, ya por la acción solo de la gravedad, ya á impulso de corrientes aéreas inclinadas hacia la tierra por su choque con otras superiores y de encontrada dirección.

Si en la condensación que origina la lluvia la temperatura desciende á menos de 0° el agua resultante se congela produciendo la *nieve* (2), que en tal estado llegará al suelo si la

---

(1) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 211.

(2) No se crea por esto que cuanto mas baja sea la temperatura en nuestros climas mayor será la cantidad de nieve, que en cada comarca al suelo llega; se observa al contrario que nieva poco con los grandes fríos; sucede así porque estos son debidos de ordinario á los vientos polares, que como han atravesado ya entonces gran parte de Europa desprendiéndose del agua que pudieran arrastrar, caldeándose algo en nuestras comarcas, se hacen mas secos todavía; lo que sí aumentan con ellos son las heladas como puede observarse cada año en los llanos y parameras de Castilla la Vieja, en donde la capa de hielo es de mayor espesor que en la mayor parte de las montañas durante muchos meses nevadas.

Sabido es tambien que cuando nieva ó poco antes se templá la temperatura siendo esto pronóstico seguro, aunque las gentes de los campos no se dan razon de la causa que produce el cambio, que no es otra

temperatura del aire no siendo superior á aquel límite lo permite; de suerte que su formacion y caída solo se diferencia de la *lluvia* en la forma, que á nuestra vista se presenta el agua condensada, por el grado de calor con que tiene lugar; no es de estrañar por lo mismo que muchas veces el agua, aunque de la misma procedencia, se presente á nuestros sentidos bajo los tres estados de *vapor vesicular, agua y nieve* á diferentes altitudes.

Definidos estos hidrometéoros procedente creemos dar alguna idea de sus causas originarias.

Cuando el aire de la region admosférica inferior de una comarca se halla cargado de humedad durante las horas de mayor accion calorífica del sol, ya sea por su situacion entre mares ó lagos de consideracion, que la envíen sus vientos húmedos, ya por la evaporacion del agua que al suelo proporcionaron importantes lluvias, ya por otra causa cualquiera, al ser aquella superada por la frigorífica de la radiacion celeste sobre su suelo, éste ha de reaccionar sobre el aire húmedo bajando su temperatura, y consiguientemente condensando el agua excedente á su saturacion en partículas mas ó menos considerables, segun fuere mayor ó menor la cantidad de aquella, pero de ordinario bien aparentes bajo la forma de nieblas mas ó menos extensas.

El mismo efecto se produce sobre los lagos y rios, cuando enfriado el aire de las tierras adyacentes por la radiacion nocturna de estas con su mayor densidad se precipita hácia la superficie de las aguas, pues allí encuentra aire saturado á mayor temperatura, como corresponde á las aguas superiores por efecto de las corrientes ascendentes y descendentes, que en ellas produce la radiacion celeste, y enfriándole motiva la

---

que la llegada de vientos cálidos y húmedos unas veces y otras que la congelacion hace sensible el calórico latente del agua vesicular influyendo tanto mas en el ambiente cuanto mas bajas se encuentran las nubes, en que aquella tiene lugar.

condensacion, es decir la niebla que en tales puntos se observa con frecuencia.

Análogo resultado se produce, en verano especialmente, inmediatamente despues de llover en sitios tales, porque procediendo sus aguas de las elevadas regiones de la admósfera con su baja temperatura condensa el vapor acuoso en aquel aire contenido.

La inversa tiene lugar en invierno cuando un aire húmedo y cálido pasa rozando el agua congelada, pues que por ella enfriado ha de condensar la que resulte excedente á la saturacion de su nueva temperatura.

Estas tres combinaciones son, como se vé, especiales á las nieblas; veamos ahora las comunes á ellas, las nubes, las lluvias y la nieve.

Cuando un viento templado y húmedo encuentra en su camino una montaña ú otro obstáculo cualquiera, que se oponga á su marcha, tenderá de ordinario á elevarse en la pendiente en virtud del movimiento adquirido y del impulso que le imprime el de la masa de aire sucesiva; con la dilatacion consiguiente y su contacto con el aire superior mas frío segun hemos dicho, bajará la temperatura y como con ella disminuye considerablemente la tension, resultará la condensacion del agua excedente; de manera que si en la base de la montaña no es perceptible muchas veces, puede presentarse mas arriba sucesivamente en forma de *niebla, de lluvia ó de nieve*, ya que estos diferentes grados dependen solo de la cantidad de agua excedente á la saturacion y de su temperatura y todo ello es consiguiente al descenso de la del aire, que produce la altitud; esto mismo resulta del choque de dos vientos elevados, y del ascenso de los vapores en la tierra producidos por la radiación solar y en otras ocasiones, de manera que así se justifica la condensacion en muchos casos como el primero lo hizo M. Babinet, con lo que pudieron llenarse los vacíos que dejaba la teoría sobre la lluvia establecida desde 1784 por Huton.

Consistía ésta en atribuir la condensacion á la mezcla de dos masas iguales de aire saturado á temperaturas diferentes; en efecto, la temperatura media resultante es inferior á la que corresponde á la cantidad de vapor y por lo mismo queda sobrante parte de éste, que se ha de condensar (1): si el aire no estuviera completamente saturado y si solo muy húmedo puede producirse la condensacion, aunque en menor cantidad; cuando al caer las gotitas se reunen para formar masas mas considerables, cuyo peso, y en algunos casos el movimiento que los vientos las imprimen, venza las causas de suspension, la lluvia ó la nieve se originan, si el aire inferior con su sequedad ó mayor temperatura no produce nuevamente la evaporacion para constituir otra nube mas baja que la primitiva ó para hacerle invisible.

Es evidente que estas dos causas obrarán á la vez en muchas ocasiones, porque del choque de dos corrientes aéreas opuestas puede resultar la mezcla y la elevacion; si por el contrario hubiera descenso, como con él aumentará de ordinario la temperatura podría suceder que la cantidad de vapor no llegara al límite de la saturacion y entonces la nube desaparecería, como tambien sucederá siempre que una de las masas sea bastante seca para que la resultante de la mezcla no contenga el vapor de agua necesario al indicado límite (2).

---

(1) Si suponemos que la temperatura de cada masa de aire es respectivamente de 6° y 20°, la de la mezcla será de 13° y el peso del vapor contenido en un metro cúbico en su tension máxima de 11'383 gramos; (pág. 235) pero siendo respectivamente el de aquellas de 7'316 y 17'311 gramos resultará para la mezcla 12'313 gramos ó sean 9 decigramos de agua excedente á la correspondiente á la saturacion por cada metro cúbico.

(2) La desaparicion de las nubes lluviosas por el choque de vientos encontrados dejando buriadas las esperanzas del labrador en ocasiones críticas es por desgracia muy frecuente en nuestra Península, en que puede fácilmente observarse, porque aquellas no son arrastradas de unas á otras comarcas sino que movidas al principio por el impulso del viento, que llega, se desvanecen á la vista del observador patentizando las condiciones de la mezcla de las masas aéreas.

Siendo, como hemos dicho, el peso específico del vapor acuoso menor que el del aire es fácilmente comprensible la corriente ascendente, que su producción determina, pero no lo es la *suspension de la niebla y las nubes*, ya que las constituye el agua excedente á la saturación, cuyo peso específico es mayor que el del aire y parece natural que debieran siempre dejarla desprenderse hasta el suelo dando lugar á lluvias ó nieves.

La explicación de esta aparente anomalía tiene divididos á los meteorologistas; pues mientras unos creen que la condensación se hace en *gotitas de agua*, otros como Halley, Saussure, Kratzenstein, Kaemtz, etc., las consideran como esferas llenas de aire llamándolas *vesículas de vapor ó de niebla*, cuyo diámetro es, según unos de 0'01 mm. y según otros de 0'035 mm.; pero hasta ahora no se han dado razones bastante convincentes, para que pueda con seguridad decirse cual de las dos opiniones es la verdadera; pues si bien algunos resultados de la observación y especialmente el hecho de la suspensión parece corroborar la segunda, dicen los partidarios de la primera que para justificarla no es necesario tal supuesto; porque:

1.º Si *las vesículas de la niebla botan sobre el agua ó sobre cuerpos secos*, lo propio hacen las gotas llenas, como puede observarse al golpear con un palo en la superficie de las aguas, ya que sobre ella resbalan algún tiempo sin mezclarse no obstante de ser mucho mayores que las de la niebla; pero es tan diferente el tiempo que unas y otras tardan en verificarlo que no encontramos muy convincente la razón de la negativa de tal propiedad especial del vapor vesicular.

2.º Si *en las nubes no aparece el arco iris* como en las gotas de lluvia, es debido á la pequenez extrema de aquellas, que no hace perceptible los rayos colorados.

3.º Si fueran gotas huecas ó vesículas llenas de aire saturado *no refrangirían la luz solar* como las lenticillas, ni la interceptarían tan completamente como lo hacen y por su cohesión pronto se reunirían dejando libre el aire en ellas encer-

rado; pero como si hay razon para pensarlo así no menos asiste para creer que por el mismo motivo las gotas llenas reuniéndose deberian siempre formarse de suficiente volúmen y peso para vencer las resistencias que obligan la suspension y hacer desaparecer las nubes en la mayor parte de los casos tampoco creemos muy admisible esta esplicacion.

4.º La *suspension de las nubes* es debida ya á la pequenez extrema de las gotitas que las forman (1), ya á las corrientes ascendentes diurnas, que origina la radiacion solar por el caldeamiento del suelo y del aire inferior y la evaporacion á esto consiguiente, como se observa en los *cúmulus*, que, si por la mañana ascienden de ordinario, bajan por la tarde cuando disminuyen aquellas corrientes; ya á vientos horizontales, que arrastrando las gotitas retardan su caída; ya tambien á que calentando el sol directamente aquellas y al aire saturado por las mismas comprendido las dilata hasta el punto de formar un conjunto compuesto de gotitas separadas por aire cálido saturado de menor densidad que el inferior de la nube, como Fresnel hizo conocer; pero todo esto puede ser cierto con el supuesto de la existencia de las vesículas y por lo mismo nada justifica contra ellas esta esplicacion.

5.º Finalmente *la suspension de las nubes es muchas veces mas aparente que real*; porque, aunque caen las gotas formadas, al llegar á un aire mas seco y cálido se evaporan de nuevo elevándose hasta la altura de la nube, que contribuyen á mantener en equilibrio por el impulso, que en su ascenso la imprimen, cuando por hallar el aire inferior muy cálido y seco no desaparecen absorbidas por él, de que vienen á aumentar

---

(1) El eminente autor de la Mecánica celeste, M. Laplace, atribua á esta tenuidad su suspension. pues suponia que el calórico de las moléculas aéreas egerce sobre las de un cuerpo reducido á polvo impalpable una fuerza repulsiva tanto mayor quanto menores son las partículas, esplicándose así la suspension en el aire del polvo de materias de mayor peso específico, que se observa cuando en un lugar oscuro se deja penetrar algunos rayos solares.—Becquerel.—Physique terrestre, pág. 384.

la humedad; así se justifica la base horizontal de muchas nubes y especialmente de los *cúmulus* y las continuas trasformaciones y movimientos que experimentan todas; porque además de esta descomposicion de la parte inferior se verifica otra en la superior por la evaporacion, que la radiacion solar directa sobre la nube determina haciendo que toda ó parte de ella se eleve y forme otra nueva nube; mas esto pasará desapercibido para el observador que la tenga á grande altura sobre sí; pero no para el que se encuentre sobre las nieblas y nubes bajas de los valles, como nos ha sucedido muchas veces en las comarcas montañosas.

Esta aparente inmovilidad se observa con frecuencia en los elevados picos; allí aparecen como pegadas ciertas nubes no obstante de ser constantemente renovadas por los vientos; pues que al separarse la masa acuosa que las forma de aquella causa de enfriamiento y compresion se dilata convirtiéndose en vapor invisible mientras la reemplaza la condensacion de los vapores con el aire arrastrado conducidos; como su presencia indica la existencia de un viento húmedo determinado, de aquí que los prácticos sepan pronosticar el tiempo próximo con bastante seguridad, segun que uno ú otro pico se halle provisto de la nube ó niebla referida, segun fuere su intensidad y la extension que de la montaña ocupa (1).

---

(1) De todo esto se desprende que no hay razones bastante convincentes para decidir si las partes elementales de las nieblas y nubes son llenas de agua ó de aire, si gotas verdaderas ó vesículas; nos inclinamos sin embargo á las últimas y tal vez pudiera por este medio demostrarse algunas diferencias en la evaporacion de las aguas, segun la superficie en que se extienden y profundidad que cuentan y tal vez no sería absurdo presumir que la mezcla en el agua de ciertos gases y aun del aire podría favorecer la evaporacion; pero debemos hacer constar que todo esto son simplemente conjeturas y sospechas, que por ahora no podemos fundar en experiencias, ni razonamientos convincentes y solo las consignamos por si los mas competentes quieren emprender este camino experimental para resolver la cuestion pendiente entre los mas distinguidos meteorologistas.

Consiguiente es á cuanto dejamos expuesto que *las nieblas pueden dividirse en generales y locales* y en varias clases segun fuere su mayor ó menor intensidad, indicios todos de la entidad de sus causas originarias y por lo tanto de las condiciones características de cada localidad; pero, sin duda por la imposibilidad de hacer una clasificacion mas concreta á causa de su variabilidad, hasta ahora los meteorologistas se han limitado á vagas indicaciones sobre las condiciones en tal concepto propias de cada comarca: análogos inconvenientes presenta la clasificacion de las nubes; pero como sus formas indican con frecuencia el resultado que pueden producir y son por otra parte mas fáciles de apreciar, aunque muy variables, se las hace depender de tres tipos, que en sus diferentes combinaciones dan lugar mas ó menos exactamente á las que á nuestra vista se presentan; creemos en su consecuencia oportuno dar aquí una idea de esta interesante materia en gran parte debida á los esfuerzos de MM. Howard y Lampadius.

Los *cúmulus* son nubes de contornos redondeados, amontonadas y de base plana y horizontal; mas frecuentes en verano que en invierno por la mañana se las vé formarse para desaparecer de ordinario por la tarde ó por la noche, si el aire inferior no es muy húmedo, pues en este caso se cubre el cielo completamente; originadas por los vapores que en el suelo húmedo la radiacion solar produce, deben su forma redondeada, segun Saussure, á la columna de aire cálido que impulsa aquellos. No alcanzan tanta altura como los *cirrus* y es, segun Bouguer, Humboldt y otros, de 400 á 6500 metros.

Cuando los *cúmulus* en lugar de disiparse por la tarde se hacen mas densos afectando la forma de *stratus*, como sucede cuando la admósfera está muy húmeda, presagian lluvias ó tempestades y las primeras ó tiempo calmoso, segun Howard, cuando se forman anchos del lado opuesto á vientos fuertes.

Los *stratus* son nubes compuestas de anchas fajas horizontales; mas comunes en otoño y primavera se forman á la puesta del sol para desaparecer con su orto alcanzando ordinaria-

mente menor altura que los anteriores; cuando al desaparecer por la mañana toma la base la forma de *cúmulus*, que se eleva y evapora, presagia buen tiempo, ya que esto indica sequedad en el aire.

Los *cirrus* son pequeñas nubes blanquecinas compuestas de filamentos, que las dan apariencia de lana cardada. Después del buen tiempo, cuando empieza á bajar la columna barométrica, aparecen contrastando su blancura con el azul del cielo. Se extienden de ordinario en largas fajas paralelas, pero aparentemente convergentes hácia un punto, que indica la dirección en que caminan, aunque inmóviles aparezcan.

Su altura es tan considerable que el ilustre Gay-Lussac hallándose en su famosa ascension aerostática á 7000 metros de altitud las observó á grande altura sobre él y como allí la atmósfera tiene una temperatura muy baja se las cree formadas de partículas de hielo ó de pequeños copos de nieve.

«La aparición de los *cirrus*, dice el ilustre M. Becquerel (1), precede muchas veces á un cambio de tiempo: en verano, según M. Dove, anuncian lluvia; en invierno, la helada ó deshielo. Se los ha considerado como pronóstico de viento. En buen tiempo, según Howard, con una brisa ligera hay siempre pequeños grupos de *cirrus*, que vienen frecuentemente del lado opuesto al viento y que aumentan en el sentido del mismo; los muy fuertes son siempre precedidos de estas nubes en su dirección; antes de las tempestades, aparecen mas espesos en la parte opuesta á la de la tormenta.»

Cuando los *cirrus* descienden por la influencia de los vientos cálidos y húmedos producen lluvia, y lo propio sucede si se trasforman en *cirro-cúmulus* ó nubes aborregadas.

Muchas son las combinaciones de las tres formas espesadas, pero la mas notable es la que Howard designa con el nombre de *cirro-cúmulo-stratus* ó *nimbus*, que es la caracterís-

---

(1) Éléments de Physique terrestre, pág. 386.

tica de la lluvia y se distingue por su color oscuro y extension en todos sentidos.

Siendo importante tomar nota en los registros de los observatorios de las nubes, que se presentan cada dia, propuso Howard y se ha admitido generalmente para facilitar la expresion de sus formas combinadas distinguir las tres esenciales respectivamente con los signos siguientes ☉ — ■.

Aunque lo anteriormente dicho podría ser suficiente para darse razon de la formacion general de las lluvias y nieves, atendida su importancia creemos oportuno exponer en este lugar algunos detalles, que mas lo aclaren y espliquen las extraordinarias, que tanto llaman la atencion de la gente de los pueblos, á cuyo efecto brevemente extractarémos algunos párrafos de las mencionadas obras de los ilustres MM. Becquerel y Daguin.

Ya hemos dicho que cuando las *gotitas ó vesículas* de las nubes se reunen para formar otras mas considerables, cuyo peso y muchas veces el movimiento que los vientos las imprimen superen á las causas, que en suspension las tenian, se desprenden de aquellas y caen al suelo unas veces aumentadas por la humedad, que encuentran en las capas de aire inferiores condensada por su baja temperatura y otras disminuidas por la sequedad de éstas, que algunas veces absorbe toda su agua antes de llegar á la superficie de la tierra, como puede observarse en muchas ocasiones, en que se ven á cierta altura desprenderse de las nubes por líneas bien marcadas, que desaparecen luego.

La lluvia casi siempre procede de *nimbus*, algunas veces de *cúmulus*, cuando la admósfera está muy húmeda en su parte inferior y otras llueve sin apariencia de nubes de ninguna clase, lo que se atribuye á que el agua de las regiones superiores se condensa y precipita rápidamente sin dar lugar á la formacion de aquellas.

A la lluvia acompañan en ocasiones sustancias diversas como cenizas volcánicas, polvo rojo de los desiertos trasportado

por los vientos, pólen de diferentes especies de pinos, alisos y sauces, los huevos de algunos animales....., y de aquí las *lluvias de barro, de azúfre, de sangre, de sapos, etc., etc.*: la *nieve roja* debe su color, ya, segun M. F. Bauer, á hongos microscópicos, á que dió el nombre de *uredo nivealis*, que en el agua se reproducen, aunque blancos ó verdosos segun observacion del mismo, ya al polvo de los desiertos trasportado; sin duda porque la *nieve roja* solo se encuentra en la region de las perpétuas ó muy próximo á sus límites, Plinio creía que tomaba este color mucho tiempo despues de su caida; en la misma creencia están los habitantes de las altas montañas por no haberse hecho cargo que á ser cierto esto mas roja se observaría la de la capa inferior que la de la superior y sin embargo sucede comunmente lo contrario.

Los *copos de nieve* se componen de pequeños cristales estrellados y unidos los unos á los otros en tanto mayor número cuanto es mayor la altura de que proceden: presentan una regularidad y variedad tal en su forma que han llamado vivamente la atencion de todos los físicos desde Kepler, á quien se deben las primeras observaciones: á muchos centenares asienden las formas observadas, pero todas se derivan de los cinco tipos siguientes:

1.º Laminillas delgadas transparentes, cuya forma típica es el exágono de 0'2 á 0'3 mm. de diámetro con detalles y espesor diferentes segun la temperatura, que motiva la condensacion.

2.º Laminillas erizadas de agujas en una ó las dos caras, que pueden tener hasta 5 mm. de diámetro ó bien un núcleo opaco ó transparente igualmente provisto de agujas en todos sentidos ó en uno solo.

3.º Pequeños prismas de base triangular ó exagonal transparentes ú opacos habiéndolos tan finos como cabellos y de 4 á 5 mm. de largo.

4.º Pirámides regulares de 6 caras.

5.º Prismas que en una ó las dos estremidades presentan laminillas hexaédricas.

Pero la regularidad de estas formas exige tiempo calmoso, frío y seco, pues en otro caso las agujas son mal conformadas, opacas ó quebradas. Las estrellas de hielo parecen formarse sucesivamente, pues que en un principio la nieve cae en forma de polvo blanco, compuesto de pequeños poliedros regulares, á que se agregan las partículas cristalinas, que les cedé el vapor acuoso de la admósfera al condensarse con su contacto.

Antes de ocuparnos de la influencia de las condiciones propias de cada comarca creemos conveniente dar una idea sobre el modo de medir la cantidad de estos hidrometéoros, aplazando la consignacion de los resultados en distintos lugares obtenidos para cuando tratemos de cada una de aquellas influencias, así como lo harémos relativamente á la cantidad observada en las grandes avenidas de los rios para cuando de la distribucion de las aguas meteóricas nos ocupemos, al objeto de patentizar tales influencias de la manera mas clara y breve que nos sea posible; esto seguramente no será muy metódico; pero ciertamente con esta y otras dificultades mayores tropezariámos clasificando tantos y tan variados materiales de otra manera á no incurrir en inconvenientes repeticiones.

*Las condiciones ó cantidad de las nieblas y nubes* se expresan con las denominaciones un tanto vagas que hemos dado á conocer ó con las de *cubierto en todo ó parte*; pero como importa mucho conocer la que ocupan de los celestes espacios, si bien esto es en cada porcion de ellos y por sus continuas trasformaciones y movimientos esencialmente variable, tal vez convendría adoptar el sistema de dividirlos en segmentos, como lo ha hecho M. Cacciatore, ya que de esta suerte podria calcularse la superficie ocupada y con la apreciacion de su intensidad espresar mejor sus condiciones.

Como con referencia á la diafanidad y nebulosidad se han hecho pocas observaciones y ya en la nota (1) de la pág. 106 hemos indicado sus resultados, despues de recomendar á nuestros lectores el exámen de lo que relativamente á este punto

dice M. Gasparin en el tomo 2.º de su *Traité d' Agriculture* y M. Becquerel en el § X del capítulo VI de su precitada obra *Des Climats.....*, nos limitaremos á consignar, como corroboracion y ampliacion de lo que entonces dijimos con referencia á la Península, lo siguiente :

Las nieblas y escarchas son frecuentes en invierno en algunos puntos de las mesetas elevadas y parameras de Castilla la Vieja y muy especialmente en Valladolid.

«La admósfera de la zona septentrional está casi siempre nebulosa principalmente en la costa Cantábrica, en Galicia y cercanías de Coimbra; en el resto del país está mas despejada que cubierta. Hállase clara generalmente en los climas muy secos, y mas ó menos cubierta, al menos durante los períodos de lluvia, en las demás localidades de la zona meridional. La *calina*, cuya naturaleza está poco conocida, se observa en la campiña de Córdoba y mas generalmente en la estepa granadina, en la estepa del Tajo y cuenca inferior del Ebro. Principia á manifestarse en la segunda semana de Julio, alcanza el máximo de su desarrollo á mediados de Agosto, y desaparece á últimos de Setiembre. Se presenta en fajas rojo-azuladas ó parduscas, distribuidas por todo el horizonte, las cuales, á medida que se aumenta el calor, crecen hasta enturbiar la admósfera, con un color aplomado en general y con una tinta pardusca al rededor del horizonte hasta los 15°. Véanse entonces los objetos cual rodeados de un velo finísimo; el Sol y la Luna, en su orto y ocaso, aparecen rojizos, y los contornos de las montañas, árboles y casas oscuros y confusos. El observador presume distinguir grandes cantidades de vapor, y sin embargo á medida que se aproxima á los objetos, cubiertos de *calina*, los vá viendo con toda claridad. La *calina* se reduce á fajas estrechas, cuando estallan grandes tempestades (1).»

Si bien, como hemos dicho anteriormente, es imposible me-

---

(1) A. Pascual.— Reseña agrícola.— Anuario estadístico de 1858. pág. 115.

dir con exactitud la capa de agua, que por las lluvias ó nieves al suelo arriba en una comarca, por la diferente intensidad con que al caer se distribuye, es sin embargo fácil conseguirlo para cada punto de observacion por medio de los sencillos aparatos conocidos con los nombres de *pluviómetros*, *udómetros*, *hyetómetros* ú *ombrómetros*, de ordinario consistentes en una vasija cilindrica cerrada por su parte superior con una tapadera en forma de embudo, en que se recoge el agua de lluvia ó nieve penetrando seguidamente al interior por un pequeño orificio, con lo que se impide pérdidas por evaporacion; la capa de agua recogida se mide en un tubo de cristal graduado, que apañece al exterior y parte de la base ó á pequeña altura sobre ella, en cuyo caso antes de empezar la observacion se cuida de proveer al depósito del agua necesaria, para que su superficie enrase con el cero de la escala; si se quiere medir con mucha exactitud la altura de la capa de agua, se construye el aparato de manera que la superficie colectora sea un número exacto de veces mayor que la de la seccion recta de la vasija y de esta suerte la altura, que en el tubo graduado alcance el agua, será igual número de veces mayor que la de la capa de agua llovida, que así podrá mejor apreciarse; ya vimos en la pág. 257 que se utilizó de este medio en la construccion del udómetro especial usado por el ilustre M. Mathieu en Cinq-Tranchées al objeto espresado y tambien al de hacerle de mas fácil trasporte: comprendido el objeto del aparato se concibe fácilmente que se habrán en él introducido muchas modificaciones segun los vários fines, que se han propuesto los observadores; pero sobre todos son dignos de llamar la atencion los destinados á dar la cantidad de lluvia aportada por cada viento, que se consigue dividiendo el depósito en tantos parciales como vientos se quieran examinar, haciendo giratoria y dependiente de una veleta la superficie colectora; se cuida despues de colocar el aparato en lugar despejado, á todos los vientos expuesto y perfectamente orientado; pero se comprende que puede dar lugar á resultados bastante erróneos si no

se examinan de cerca y dirigen cuidadosamente las observaciones, entre otras causas porque no son los vientos bajos los que las lluvias producen de ordinario, especialmente en la situacion mas frecuente de los pueblos, sino los elevados, que no pocas veces tienen opuesta direccion á los que sobre la velta chocan y es consiguiente que así se atribuirá á estos la influencia, que solo á los anteriores es debida.

Como la nieve tiene una influencia muy distinta de la lluvia y no es tampoco proporcional á la cantidad de agua que la constituye, sino mas bien al espesor que adquiere, conviene para apreciar las condiciones de cada comarca investigar, no solo la estacion en que cae y tiempo que dura, sino tambien la superficie que ocupa y el espesor que alcanza, además de la cantidad de agua que proporciona por metro superficial con el espesor medio deducido del observado en los lugares de superficie unida y horizontal; pues ya hemos dicho que la nieve se distribuye con mas desigualdad aun que el agua de lluvia, porque es mas fácilmente trasportada por los vientos á puntos determinados, en que se acumula en grandes masas: de manera que no bastarán, segun esto, los resultados ofrecidos por los udómetros para conocer las condiciones hidrológicas de las comarcas, ya que en ellos aparecen reunidos los correspondientes á dos factores bajo tal concepto muy diferentes.

Segun M. Daguin (1) se admite generalmente sin razon que una capa de nieve equivale á otra de agua de  $\frac{1}{12}$  de su espesor, porque la densidad de la nieve es muy variable segun la temperatura y dimensiones de los copos; cree el mismo que varia de  $\frac{1}{3}$  á  $\frac{1}{8}$  y como dice que la cantidad de agua que la nieve proporciona á la Francia es  $\frac{1}{20}$  de la llovida y en San-Petersburgo  $\frac{1}{8}$  de la media anual de lluvia correspondiente, tomando el término medio de aquellas relaciones y teniendo presente que la media anual de lluvia en ellas es de 719 y 460 mm. resultará para la capa media de nieve, que á cada una corres-

---

(1) Obra citada, t. 2.º, pág. 210.

pondería 144 y 230 mm., lo que nos parece algo exagerado.

La investigacion de la cantidad de agua llovida no solo es de trascendentalísima importancia en Agricultura, sino que sirve para prevenir á los pueblos riveriegos del peligro de las inundaciones, ya que pueden anunciarse en las grandes cuencas con bastante anticipacion para precaverse de sus daños mas importantes, como así se practica en Francia desde las desastrosas inundaciones del Saona en 1840; de manera que no es de estrañar el interés que han tomado los fisicos porque se generalicen las observaciones udométricas recogiendo para cada comarca el mayor número posible de datos; pero sus resultados serian inútiles si no se apreciaran de una manera conveniente, segun sea la influencia que con ellos quiera conocerse.

En efecto; en Agricultura, mas que la cantidad total, importa conocer la correspondiente á cada estacion ó mejor aun al ciclo de las plantas características de cada cultivo y dentro de los límites de cada uno el número de dias de lluvia, los intervalos en que se repiten y la cantidad de agua que á cada una corresponde, porque la media anual es en cierto modo la suma de cantidades positivas y negativas bajo el punto de vista de su benéfica influencia consideradas, ya que si las lluvias moderadas convenientemente distribuidas constituyen el mejor de los riegos posibles, las extraordinarias por su cantidad ó próxima repeticion causan no pocos perjuicios á la vegetacion; si durante el desarrollo de la planta tienen en general mucha influencia, no sucede lo mismo cuando aquel termina, ya por la cesacion de la vida en las anuales, ya por entrar en su período de vegetacion pasiva en las perennes, ni tampoco nos interesa igualmente que la cantidad de agua llovida en cada período proceda de muchas y consiguientemente moderadas lluvias ó de pocas torrenciales, ni que llueva con repeticion enojosa durante muchos dias seguidos para no hacerlo despues en el resto del período; conviene, pues, interpretar con entero conocimiento de causa los resultados, que los

aparatos nos ofrecen y por ningun concepto dejarse guiar en la práctica del cultivo, ni mucho menos en la introduccion de otros nuevos, de las medias anuales, que, como las de la temperatura del aire y mas marcadamente aun, solo á ruinosos ensayos pueden conducir, como ha sucedido en Argelia con el cultivo del algodón, que probado en las tres provincias de Argel, Oran y Constantina dió, segun M. Daguin (1), cosecha admirable en una, mediana en otra, y nula en la tercera por la sola influencia de la desigual distribucion en el año de la lluvia; de suerte que, si los innovadores hubieran tenido presente este dato importante, habríanse evitado gastos inútiles y el pernicioso influjo que los ensayos poco meditados tienen siempre en la gente de los campos de ordinario refractaria á las innovaciones y abandono de las prácticas rutinarias con que cultivan la tierra.

Tampoco debe olvidarse que el resultado de las observaciones de un corto número de años no pueden darnos base alguna segura, porque varían mucho de uno á otro por causas accidentales, como podríamos comprobar con los obtenidos en distintos, lugares, y finalmente, que en nuestro concepto no deben determinarse las medias de cada una de las condiciones espresadas por la suma de los resultados observados en los años seguidos comprendiendo los extraordinarios accidentales, sino de las diferentes clases en que puedan dividirse determinando así vários tipos con indicación del número de años de que cada uno procede, pues solo así puédesse conocer su grado de probabilidad é importancia y consiguientemente las condiciones del lugar de observacion: las medias obtenidas con buenos y malos datos, lo repetimos, han conducido y no pueden menos de conducir á muy erróneas consecuencias.

Los resultados udométricos, cuando se los mira bajo el punto de vista de las condiciones hidrológicas del suelo y muy especialmente para evitar en lo posible los daños de las inun-

---

(1) Obra citada, t. 2.º, pág. 214.

daciones, no exigen tantas precauciones, porque si bien influye la época, periodicidad y frecuencia de las lluvias, lo que sobre todo importa conocer es la cantidad de cada una de éstas y principalmente la de las extraordinarias, que son las que las ocasionan y es claro que si hoy con una capa de agua llovida de 150 mm. se produce la inundacion, cuando vuelva á repetirse análoga lluvia lo hará tambien aquella próximamente en el mismo grado de importancia, y si se conoce el de aquella y las condiciones de sequedad del suelo y el desarrollo que tenia la vegetacion, cuando la primera aconteció, no será difícil calcular, tenidas en cuenta todas estas condiciones, la importancia de las inundaciones sucesivas y con tanta mas exactitud cuanto menos tiempo de una á otra haya trascurrido, porque es probable que menos hayán cambiado las condiciones, que favorecen ó contrarian sus perniciosos efectos; como además el cálculo de la importancia de las aguas en los valles reunidas se corrige de continuo con resultados demasiado patentes por desgracia, las predicciones pueden ser bastante ciertas sin esperar la observacion de gran número de años, con tal que se mida la capa de agua en cada parte principal de la cuenca de recepcion caida para evitar la perturbacion consiguiente á la desigual distribucion de la lluvia; que en su consecuencia se deduzca la cantidad total de aguas torrenciales de los resultados ofrecidos por número suficiente de aparatos convenientemente situados y que se tenga en cuenta cuando empieza y el tiempo que la lluvia dura en la cuenca de cada afluente, el que emplea en el desagüe y otras condiciones que al hablar de tan importante materia daremos á conocer, aplazando asi mismo para entonces algunos datos sobre la capa de agua llovida, que ha producido diferentes inundaciones; por ahora nos basta patentizar que si las observaciones udométricas poco numerosas no tienen importancia en agricultura, aunque en su apreciacion se tengan en cuenta sus diferentes épocas y condiciones, como en ello están conformes los mas eminentes agrónomos y meteorologistas, no sucede lo mismo cuando aquellas se

hacen al objeto de aminorar los daños de las inundaciones.

De ordinario los aparatos se colocan en el suelo; no obstante en los observatorios meteorológicos se ha cuidado de ponerlos también á diferentes alturas al objeto de apreciar mejor los resultados y conocer su influencia; pero como no se han puesto en igualdad de las demás condiciones, las diferencias halladas han dado lugar á muy encontradas opiniones y á no pocos equivocados conceptos y erróneas consecuencias, como vamos á indicar.

En el de París, segun las observaciones practicadas de 1817 á 1838, el espesor medio de la capa de agua recibida en un udómetro colocado en el pátio ha sido de 570 mm., mientras que en otro idéntico puesto en el terrado á 28 m. de altura sobre el anterior solo fué de 500 mm. ó sea próximamente el 12 p.  $\cong$  menos que en aquel. Resultados análogos se han observado por el Dr. M. Heberden en la Abadía de Vestminter y los Sres. Philipp y Grey, que en 1831 colocaron en la torre de la catedral de York, un udómetro á 61 m., otro á 10 y otro en el suelo han obtenido resultados, que están en la relacion de los números 14, 19 y 25 confirmando que la *cantidad de agua llovida disminuye con la altura*.

Estas diferencias se atribuyeron primero á que las gotas al caer aumentan de volúmen condensando la humedad del aire entre los dos aparatos comprendido, pero se desechó por resultar 7 ó 8 veces mayor (relativamente al observatorio de París) de la que en concepto de los observadores debia ser y porque en su opinion si unas veces aumentan otras deben disminuir; pero no tuvieron presente que el aire del pátio estará siempre mas húmedo que el exterior y superior.

Invocóse despues la influencia del viento, que siendo mas fuerte en el terrado debia arrastrar la lluvia mas oblicuamente, á lo cual objeta M. Daguin que no es admisible esta causa, porque las líneas que siguen las gotas son mas próximas cuando tal sucede.

Finalmente se ha procurado explicar el efecto por los remo-

linos y desviaciones en el viento producidas por el udómetro, que no puede recoger tanta agua como el colocado en el suelo, en cuya virtud M. Maille propuso colocarle cerca de este aislando el colector de la vasija, con la que se comunicaría por un tubo vertical.

Considerando que si la inclinacion de las líneas de agua de la lluvia y los remolinos que el viento forma con el choque en el aparato superior pueden disminuir la cantidad de agua en él recojida no lo hará menos en el inferior, porque por la primera causa no llegará á él en ciertas ocasiones el agua de lluvia por impedirlo las paredes del pátio y que los remolinos y vientos bajos pasando sobre las mismas pueden tambien producir análogo resultado, aunque nada afirmamos por no conocer la localidad, creemos que estas causas no justifican las diferencias halladas; mas bien nos inclinamos á creer que son debidas á la primera auxiliada por la disminucion que las gotas de lluvia en el terrado pueden experimentar por la mas elevada temperatura y sequedad, que *es probable* tenga antes de la lluvia el aire con él en contacto (1); pero sea esto ó no cierto, nunca este hecho, hasta ahora inesplicado de una manera irreprochable, podrá servir de base para deducir, como algunos han pretendido, consecuencias contrarias á la benéfica influencia de los montes en las lluvias, que mas adelante demostraremos.

Veamos ahora la que la *latitud, altitud, exposicion* y demás condiciones de los lugares pueden tener en la *cantidad* de agua á ellos aportada por las lluvias y nieves no solo en totalidad

---

(1) Justifican en cierto modo esta hipótesis las diferencias halladas en las distintas estaciones; pues mientras en invierno y primavera están en razon de 1 á 1'006 y 1'004, en verano y otoño en que á la lluvia de ordinario preceden grandes calores especialmente en las tempestades y en que al mismo tiempo es probable se aumente la humedad del pátio con el riego, aquella relacion asciende á 1'016 y 1'015 segun los datos consignados por el ilustre M. Becquerel.—Des Climats. . . . . pág. 158.

para el año, sino relativamente á cada estacion, número de dias y duracion de los intervalos entre ellos, si bien con sentimiento dejaremos incompleta en tal sentido la teoría por la imposibilidad de singularizar los efectos de causas complejas dependientes, por la escaséz de bien conducidas experiencias y porque es en este caso mas difícil la determinacion de estas especiales influencias que cuando se las mira bajo el punto de vista de la temperatura del aire, ya que ésta pudimos considerarla teóricamente prescindiendo de la perturbacion por las condiciones locales producida y ateniéndonos exclusivamente á la incidencia de los rayos solares y ahora hemos de tener presente no solo aquella temperatura sino la cantidad de vapor en él contenido y las condiciones de las corrientes aéreas, que de una manera directa dependen de las propias del lugar: es, pues, imposible formar una teoría bien espresa y terminante y solo podemos hacer indicaciones que esclarezcan la correlacion entre las causas y los efectos de una manera suficiente para que pueda apreciarse con bastante exactitud, cuando se trate de justificar los hechos de una limitada comarca de condiciones conocidas.

En vista del resultado de muchas observaciones han admitido los meteorologistas que la cantidad anual de agua llovida y el número de dias *disminuye en igualdad de las demás condiciones del ecuador á los polos*, es decir *á medida que la latitud aumenta*; pero todos reconocen así mismo (1) que las condiciones locales tienen suma importancia y originan numerosas perturbaciones á esta ley; esto se comprende perfectamente, porque si en las regiones ecuatoriales, v. g., el calor es mucho durante el dia y disminuye bastante por la noche y la

---

(1) Becquerel.—Des Climats. . . . . pág 125.  
Id. Physique terrestre. . . . . Id. 393.  
Id. Memoria sobre la lluvia—1867. . . . . Id. 22.  
Bousingault. — Économie rurale, t. 2.º, pág. 720 y 721.  
Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 216.

constancia en la duracion y la temperatura media de cada uno en todo el año pueden favorecer la evaporacion diurna y condensacion nocturna por el solo efecto de la radiacion solar y celeste y además tambien dar origen por las corrientes ascendentes diurnas, cálidas y húmedas al choque de vientos encontrados, es indudable que lo primero no tendrá lugar cuando el suelo carezca de agua, ni tampoco lo último cuando sea de tales condiciones que las corrientes ascendentes no se hagan muy sensibles ó sean muy secas ó las laterales, que vienen de los polos, encuentren en su camino obstáculos que las desvíen ó finalmente si por no atravesar grandes superficies de agua ó arrastrar consigo aire cargado de vapores, tales vientos carezcan de las condiciones necesarias para producir la lluvia. El efecto de las condiciones locales perturbador de aquella ley es mas general que en las regiones tropicales en las templadas y frías, porque como la accion alternada del sol y los celestes espacios no es tan regular é intensa, ni la corriente ascendente tan frecuente y rápida, es decir siendo las acciones consiguientes á la latitud mas debiles y además perturbadas por los efectos en las regiones tropicales producidos, es consiguiente que serán mas fácilmente dominados por los correspondientes á las demás condiciones locales y en ningun caso podrán manifestarse independientes los exclusivamente debidos á la radiacion solar y celeste, que á la *latitud* del lugar correspondería.

Uno de los efectos que mas justifican la influencia de la latitud y que mas han llamado la atencion de los meteorologistas son las *lluvias periódicas de las regiones tropicales*; nos creemos por lo mismo en el deber de consignar en este lugar las causas, forma y tiempo en que se producen, no solo por el interés que para nosotros tiene dada la situacion de nuestras importantes colonias, sino tambien porque así corroborarémos lo anteriormente dicho sobre las originarias de la lluvia y la importancia de las condiciones locales, que perturban en muchos puntos tal periodicidad en el sentido de la continuidad, ó en el de la falta casi completa de las lluvias, no obstante de encon-

trarse en condiciones geográficas idénticas á las en que aquella se observa de una manera bien marcada.

Entre los trópicos se distingue la *estacion de las lluvias*, que tiene lugar en el verano, cuando el sol se aproxima ó pasa por el zenit y la *estacion seca*, que tiene lugar cuando el sol se encuentra en el lado opuesto del ecuador, es decir en el invierno. M. Humboldt explica este fenómeno del modo siguiente (1): el sol calienta mas la zona tórrida en el hemisferio en que se encuentra; produce corriente ascendente y ésta dos laterales, una del polo y otra del ecuador. El choque de estas dos corrientes una fría y la otra cálida y húmeda origina una abundante precipitacion de vapor. En el opuesto hemisferio por el contrario reinará la *estacion seca* por que las corrientes aéreas recorren regiones sucesivamente mas cálidas, ya que caminan del polo á la region caldeada en el otro hemisferio y no pueden (2) por lo tanto producir la condensacion hasta encontrar las corrientes ascendentes indicadas en todo caso.

«En los lugares muy próximos al ecuador, dice el ilustre M. Becquerel (3), pasando el sol dos veces por el zenit, en dos épocas del año se producen abundantes aguaceros, hay por decirlo así *dos estaciones secas y dos lluviosas*. El agua que cae hace el aire tan húmedo que por la noche todo se moja. Esta es la época de las enfermedades epidémicas tan fatales á los europeos.»

»En semejantes circunstancias, dice á su vez el ilustre M. Bousingault (4), el cielo por la mañana aparece muchas veces perfectamente despejado; el aire está en calma, el calor

---

(1) Daguin.—Obra citada.—t. 2.º, pag. 215.

(2) Indudablemente por falta de choque ó mezcla con corrientes opuestas ya que las del ecuador llevan la misma direccion y sin duda mayor velocidad por la atraccion de la corriente ascendente de la region caldeada.

(3) Physique terrestre. . . . . pág. 394.

(4) Économie rurale, t. 2.º. . . . . id. 723.

del sol es insoportable. Hacia el mediodía se elevan nubes sobre el horizonte, el higrómetro no marcha hacia la sequedad, como sucede comunmente, se estaciona ó avanza hacia el signo de la humedad extrema. Es siempre despues de la culminacion del astro que se deja oír el trueno, á que de ordinario precede un viento ligero y poco despues la lluvia cae á torrentes.»

Pero esta regularidad en la alternativa de las precitadas estaciones seca y lluviosa no se verifica sino en condiciones locales determinadas; no es por lo mismo tan general como de ordinario se cree, ni tan dependiente de la influencia de la latitud: veamos lo que sobre este particular dice el mismo ilustre físico en su referida obra, pág. 737 y 738.

«La regularidad en la alternativa de las estaciones seca y lluviosa es muy pronunciada en las comarcas, cuyo territorio es extremadamente variado. Así, un país que ofrezca á la vez montes y rios, montañas y grandes llanuras, lagos y extensas mesetas, tiene las estaciones periódicas perfectamente marcadas (a). No sucede lo mismo si el territorio es mas uniforme, si es en cierto modo especial. La época de la repetición de las lluvias será mucho menos regular si dominan los terrenos áridos, si los cultivos de grande extension reemplazan en parte á los montes, si los rios son menos comunes, los lagos mas raros (b). Las lluvias serán entonces menos abundantes y en tales comarcas se experimentarán de vez en cuando sequías de larga duracion.

»Si, al contrario, montes espesos cubren casi la totalidad del territorio, si los rios son muchos y escasos los cultivos, la irregularidad en las estaciones tendrá tambien lugar, pero entonces en diferente sentido. Las lluvias dominarán, serán por decirlo así incesantes (c).

---

(a) Venezuela, los Llanos, mesetas de Nueva Granada, Quito, llanuras de la Magdalena, provincias de Antioquia, de Guayaquil y Cartagena.

b) Provincias de Socorro, Somagoso, Cumana, Coro, Cuenca y Piura.

(c) Choco y montes del Orinoco.

»El continente americano nos ofrece, en inmensa escala, dos regiones puestas en las mismas condiciones de temperatura. (1), en las que se encuentran sucesivamente las mas favorables y adversas circunstancias á la formacion de la lluvia.

»A partir de Panamá, dirigiéndose hácia el S., se halla la bahía de Cúpica, las provincias de San Buenaventura, de Choco y de Esmeraldas; en este país cubierto de montes, en que no se penetra sino á favor de la multitud de rios de que está surcado, las lluvias son casi continuas. En el interior de Choco, no pasa un dia sin llover. Mas allá de Tumbez, hácia Payta, empieza un órden de cosas enteramente distinto: los montes han desaparecido; el suelo es arenoso, el cultivo casi nulo. Aquí la lluvia es en cierto modo desconocida. Cuando yo me encontraba en Payta, dice, hacía, al decir de los habitantes, diez y siete años que no habia llovido y sin embargo se halla casi bajo la línea equinocial y en la costa.

»En las cercanías del *desierto de Sechura* y en las de *Lima* llueve muy rara vez: en estas comarcas *las lluvias son tan raras como los árboles.*

»*Así, en Choco, cuyo suelo está cubierto de montes, llueve siempre; en la costa del Perú, cuyo terreno es arenoso, desnudo de árboles, privado de verdura, no llueve y esto, como he dicho, bajo la influencia de una misma temperatura (2). Piura, por otra parte, no está mas distante de los Andes del Asuay, que las húmedas llanuras de Choco de la Cordillera occidental.»*

De todo esto se deduce de una manera evidente no solo la

---

(1) Indudablemente quiere con esto significar, no la identidad de la temperatura que el aire adquiere, puesto que de sus observaciones se deduce que no es igual en las dos regiones que vá á describir, como hemos visto en el estudio anterior, sino mas bien la igualdad en las condiciones geográficas y consiguientemente en la radiacion solar y celeste, abstraccion hecha de las modificaciones que las circunstancias locales las imprimen.

(2) Téngase presente la nota anterior.

influencia del conjunto de las condiciones locales, sino mas especialmente la que á los montes corresponde y á este objeto cita tales hechos interesantes el ilustre M. Bousingault.

Sin hacerse cargo de una manera completa de tales influencias M. Daguin explica la marcha de las lluvias periódicas en muy lejanas comarcas en los términos siguientes :

«En el océano Atlántico no llueve en donde reinan los vientos alízeos (1), pero si muchas veces en la region de las calmas. Estos vientos encuentran desde luego la costa N-E de la América meridional, se elevan y producen las lluvias que alimentan los rios de las Amazonas y el Orinoco. Atraviesan la Cordillera del Perú y descienden en la llanura de Lima, *en que no llueve nunca* porque el aire ya privado de una parte de su humedad se calienta y deseca al descender. Llegados al Grande océano los vientos alízeos toman de nuevo humedad, suben las costas orientales de la China y allí depositan inmensas corrientes de agua. Estos vientos atraviesan despues el océano índico y llegan al África, en donde chocan con las montañas de Abysinia y producen las lluvias que alimentan el Nilo pasando luego en forma de viento seco sobre las partes centrales del África (2).»

A juzgar por el contenido del precedente párrafo la causa principal y originaria de las lluvias periódicas sería la marcha de los vientos alízeos, pero como estos son efecto del calentamiento del suelo y éste se produce simultáneamente en toda la zona intertropical, claro es que no puede admitirse el movimiento de rotacion que se les supone, ni esto tampoco justificaria las lluvias y sequías, segun se deduce de lo anteriormente dicho; tales diferencias deben, como M. Bousingault lo hace, atribuirse á las condiciones térmicas é higrométricas ca-

---

(1) Sin duda por la falta de choque ó mezcla de vientos encontrados condicion esencial para la produccion de la lluvia, como de las teorías expuestas se deduce.

(2) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 214.

racterísticas de cada comarca, de las que le son especialmente dependientes; no se comprende además porque M. Daguin en este párrafo atribuye estas lluvias á las modificaciones de una misma corriente, cuando en el siguiente lo hace, con el eminente Humboldt, á la mezcla y choque de las polares y ecuatoriales de cada punto.

Segun el ilustre M. Becquerel (1), en la América meridional empieza la estacion lluviosa en Marzo; en Africa cerca del ecuador en Abril y dura de Junio á Octubre del 10° de latitud norte al trópico; en la India cuando reina el muson N-E y en la costa occidental durante el S-O; la cantidad de agua, que el suelo recibe en algunos meses, es mayor que la que en todo el año llueve en nuestros climas llegando á ser en algunos puntos cerca del mar de 2 y 3 metros.

Alejándose de la zona tórrida desaparece la regularidad periódica de las lluvias, continuando sin embargo, en el sentido del meridiano del Atlántico, el predominio de las estivales hasta la latitud de 30°, en que descienden los vientos del S-O, que mezclándose á un aire mas frio y suelo menos caldeado precipitan mucho vapor, y como la lluvia será tanto mas abundante cuanto mas cálido y frecuente sea aquel viento por la mucha cantidad de vapores, que de los océanos equinocial y austral arrastra, las de verano dominarán tambien allí; pero á medida que se avanza mas al N. las lluvias serán mas frecuentes en las otras estaciones hasta encontrar una zona, en que llueve igualmente en todas, sucediéndola otra en que dominan las de invierno, porque en ella lo hacen los vientos polares, que caldeados en el verano por la continua permanencia del sol sobre el horizonte no pueden precipitar el vapor arrastrado por las corrientes referidas del S-O., mientras que en invierno al chocar estas con aquellos, excesivamente enfriados por la radiacion celeste de su noche continua, se ha de producir la condensacion ya en forma de lluvia ya en la de nieve.

---

(1) Physique terrestre.—pág. 394.

M. Gasparin, que en vista de los datos recogidos en los observatorios expuso el primero la precedente division en zonas, dice con referencia al continente europeo lo siguiente:

«Se observa el predominio de las lluvias de otoño sobre las de verano en todas las comarcas litorales del Mediterráneo y al O. del continente hasta la altura de Inglaterra; al N. y al O. de esta faja el máximum de lluvia cae en verano. Así es que en la zona de lluvias otoñales se encuentran toda Inglaterra, las costas occidentales del continente hasta Normandía, la Francia meridional, Italia, Grecia, Asia Menor, Siria, Egipto, Berberia y Madera; la zona de lluvias estivales comprende la Francia septentrional, Alemania, las costas del océano á partir de la altura de Inglaterra, (la interposicion de esta isla entre la direccion de los vientos lluviosos y los Países-Bajos los transforma en propiamente continentales) y en una palabra todo el terreno que se halla al N. de la mesa central de Europa, prolongado desde los Alpes hácia los Cárpatos dejando al S. el valle del Danubio por bajo de Viena (1).»

En la primera zona llueve mas que en la segunda, haciéndolo desde el equinocio de otoño hasta el de la primavera, de suerte que puede mas bien llamarse zona de lluvias invernizas (2).

Las condiciones locales sin embargo originan tantas perturbaciones que hacen tan inútil, bajo el punto de vista práctico, esta division como la correspondiente á las líneas isoterma por motivos muy semejantes á los que para demostrarlo indicamos en el estudio anterior; no obstante esto y con el fin de que nuestros lectores puedan apreciar por sí los datos principales, que han servido para la fijacion de las zonas antedichas, tomándolos de la *Physique terrestre* y otras obras del ilustre M. Becquerel é incluyendo los correspondientes á tres puntos en tal concepto característicos de la Península, consignamos en

---

(1) Becquerel.—*Physique terrestre*.. . . . pág. 398.  
(2) Id. Des *Climats*. . . . . id. 128.

los dos estados siguientes las cantidades medias de lluvia anuales y estacionales y el número de días, que, segun el eminente agrónomo M. Gasparin, se han observado en diferentes lugares de distintas latitudes, por mas que, en nuestro concepto, con ello no darémos base alguna segura para caracterizar las grandes comarcas á que se refieren, segun se deduce de lo anteriormente expuesto, si bien sí indicios de alguna importancia en la discusion general del problema, que nos ocupa, al propio tiempo que quedará comprobado que la *influencia de la latitud* es muchas veces superada por la de las demás condiciones locales, como muy especialmente lo indican, entre otras, la cantidad de lluvia observada en Bergen (Escandinavia) y en Granada, Madrid y Oviedo, que en los estados siguientes consignamos extractándolo del Anuario estadístico de 1858.

*CANTIDAD media anual de lluvia en distintas latitudes observada.*

LOCALIDADES.	Latitud.	Cantidad de lluvia.	LOCALIDADES.	Latitud.	Cantidad de lluvia.
Cristiamborg, (Guinea).	3°-3'	549'0	Lisboa.	38°-42'	608'4
Kandy.	7-35	1864'9	Marieta (Ohío).	39-0	1082'3
Sierra-Leona.	8-29	2191'0	Madrid.	40-24	231'1
Granada (Isla de).	12-2	2844'9	New-Bedfort (E. U.).	41-38	1257'8
Seringapatnam.	12-25	601'6	Italia al S. de los Apeninos.	37' a 43°	930'0
Tívoli (Sto. Domingo).	18-35	2733'8	Oviedo (España).	43-24	2064'0
Bombay.	18-56	2350'0	Burdeos.	44-50	650'0
Sahara y Egipto.	20-0	»	Valle del Ródano.	43° a 47°	781'0
Macao.	22-1	1746'9	Italia al N. de los Apeninos.	45° a 47°	1336'9
Calcuta.	22-33	1928'6	Francia septentrional.	43° a 47°	656'8
Rio-Janeiro.	22-54	1505'0	Nantes.	47-13'	1292'0
La Habana.	23-9	2320'7	Alemania.	45° a 54°	678'0
Nueva-Orleans.	29-57	1270'0	Inglaterra.	50° a 56°	784'0
Madera.	32-27	757'0	Escandinavia.	55° a 62°	478'0
Charlestown.	32-46	1210'9	Copenague.	55-0	468'0
Túnez.	36-47	1292'0	Bergen.	60-24'	2250'4
Granada (España).	37-11	1249'8	Rusia.	50° a 60°	403'9

*Cantidad media anual de lluvia en distintas latitudes observada.*

*CANTIDAD MEDIA ESTACIONAL Y NÚMERO DE DIAS DE LLUVIA EN DIFERENTES PAISES DE EUROPA.*

	CANTIDAD MEDIA DE LLUVIA Y NÚMERO DE DIAS EN											
	INVIERNO.		PRIMAVERA.		VERANO.		OTOÑO.		TODO EL AÑO.			
	mm.	Días.	mm.	Días.	mm.	Días.	mm.	Días.	mm.	Días.	mm.	Días.
Inglaterra al O. . . . .	239'6	43'1	171'0	37'6	221'6	33'9	283'3	44'9	915'5	159'5		
Id. al E. . . . .	166'5	40'0	145'0	39'5	171'1	34'4	204'1	38'8	686'7	152'7		
Costas occidentales del continente desde Lisboa á Hamburgo. . . . .	185'7	34'4	140'9	34'4	170'2	32'9	246'5	38'0	743'3	139'7		
Francia meridional é Italia al S. de los Apeninos. . . . .	195'2	25'4	194'2	25'2	153'2	15'2	291'7	25'4	814'3	91'2		
Italia al N. de id. . . . .	139'2	25'4	253'1	27'1	275'6	25'1	353'8	26'6	1021'7	104'2		
Francia septentrional y Alemania. . . . .	126'5	36'1	148'0	37'0	229'7	36'8	174'2	35'0	678'4	144'9		
Escandinavia exceptuando Rekiavick y Bergen situaciones insulares excepcionales. . . . .	81'4	35'2	76'1	30'3	170'7	32'6	148'4	35'1	476'6	133'2		
Rusia. . . . .	40'3	23'1	59'9	23'4	166'7	27'9	97'2	26'5	364'1	100'9		
Granada. . . . .	140'5	23'0	199'8	16'0	156'2	7'0	753'3	31'0	1249'8	77'0		
Madrid. . . . .	40'0	16'0	35'9	16'0	66'6	9'0	88'6	32'0	231'1	73'0		
Oviedo. . . . .	799'0	30'0	614'0	33'0	289'0	24	362'0	27'0	2064'0	114'0		

(1) El día de mayor lluvia, fué en Granada el 26 de Noviembre 200'4 mm.; en Madrid el 28 de Agosto 48'2 mm. y en Oviedo el 28 de Diciembre 75'0 mm.

Segun M. Becquerel (1) el número de dias de lluvia, aunque no es proporcional muchas veces á la cantidad de agua, porque ésta depende de la intensidad consiguiente á la que de vapores contiene el aire y naturalmente ha de ser menor cuanto mayor parte de estos haya depositado en el terreno recorrido antes de llegar al punto que se considera, disminuye ordinariamente del ecuador á los polos; lo propio sucede á la duracion de los intervalos entre las lluvias y al número de dias agrupados en cada uno.

Para corroborar nuestra opinion sobre la influencia de la latitud y sin perjuicio de que en el apéndice consignaremos algunos mas detalles sobre éste y otros particulares del clima ibérico, que de manifiesto pongan sus ventajas é inconvenientes, creemos oportuno insertar desde luego uno de los párrafos que en su excelente Reseña agrícola nuestro ilustre amigo y maestro Sr. Pascual dedica á tan interesante objeto: dice así:

«No es menor la variedad que domina en el curso de los hidrometeoros. De los principios científicos aplicados á la posicion geográfica de la Península, se infiere que esta se encuentra en la faja septentrional de las lluvias continuas, correspondiendo la mayor parte del territorio á la provincia de las lluvias otoñales, y la menor, á la provincia de las lluvias invernales, distribucion favorable á las cosechas buenas de primavera y principios del estío, porque la siembra y germinacion se verifican bien en los meses de Octubre y Noviembre. Sin embargo, se incurriría en un grave error, si de estos hechos se indujera que España es un país húmedo: lo sería si su centro fuera un bajo, abundante en aguas, y poblado de lozana vegetacion, y si todas sus montañas estuviesen cubiertas de bosques altos y espesos; pero siendo el centro una planicie elevada, desnuda y árida, y estando tambien desarboladas la ma-

---

(1) Memoria sobre la lluvia.—1867, páginas 44 y 45.

Des Climats, etc., pág. 129.—En los trópicos llueven 159 dias término medio.

yor parte de las montañas y de las dos llanuras, que unen la planicie central con las terrazas adyacentes, el clima es mas ardiente, cálido y seco que fresco y húmedo. En efecto, *la planicie central, y acaso la mitad de España, es una de las localidades mas secas del globo, despues de los desiertos de África y del Asia, y en los llanos y montañas el labrador está siempre amedrentado por la eventualidad é incertidumbre de las lluvias.* No obstante, hay puntos donde la abundancia, frecuencia y duracion de las lluvias son muy notables: en el litoral cantábrico, en las cercanías de Santiago, y principalmente en la parte inferior de Mondego, las lluvias de otoño son casi tropicales, y en algunos sitios de Cataluña, Alto Aragon, Navarra y Granada llueve al menos tanto como en Inglaterra y Bélgica.» (1)

La cantidad de nieve, como quiera que para producirse esta necesita muy bajas temperaturas, ha de seguir una marcha inversa á la de la lluvia; en efecto, se observa que aumenta con la *latitud*, pero con dependencia directa de las condiciones locales y por lo mismo imposible es tambien determinar de una manera admisible la importancia ó entidad del aumento sucesivo.

M. Gasparin ha recopilado gran número de observaciones sobre la cantidad y número de dias en que nieva en diferentes comarcas de Europa y en su vista la ha considerado dividida en tres regiones: la 1.<sup>a</sup> que comprende el Mediodia en que la nieve se funde cuando cae; la 2.<sup>a</sup> una comarca intermedia en que la duracion de la nieve es mayor hallándose en ella la Francia septentrional y la Bélgica, y en fin la 3.<sup>a</sup> que conserva la nieve todo el invierno comprende los paises al N. y E. desde la Franconia y la pendiente oriental de la Selva-Negra hasta las llanuras de la Hungría; pero, como la *altitud* produce el mismo efecto que la *latitud*, compréndese cuan poca utilidad práctica tendrá el conocimiento de estas zonas, aunque se su-

---

(1) Anuario estadístico de 1858, pág. 113.

pusieran exactamente deducidas, lo que no es admisible, como se echa de ver en la Península, que se halla en la primera referida. Relativamente á este meteoro dice nuestro ilustre maestro, señor Pascual, lo siguiente:

«Las nevadas son frecuentes en la parte Nordeste, y raras en la Sudoeste, excepto en las montañas elevadas. Cae mucha nieve y se conserva largo tiempo en las localidades correspondientes á la zona polar ártica y fría; no nieva tanto en las comarcas de la fría templada; nieva solo algunas veces en la cálida templada, y muy poco en la region inferior de la zona meridional, y en el litoral del Poniente hasta las cercanías de Coimbra. En el estrecho de Gibraltar, Málaga, Sevilla, y litoral de los Algarbes, las nevadas son fenómenos extraordinarios: por el contrario, las elevadas parameras de la planicie central suelen estar cubiertas de nieve semanas enteras, desde Diciembre hasta Marzo: en los llanos y colinas de la parte septentrional y aun en las mesetas de Galicia nieva poco; pero las lomas y picos de las altas cordilleras están nevadas casi todo el invierno, principalmente las cuatro sierras nevadas. La Península es, aun en estos hechos, el país de los contrastes.» (1)

Si la division en zonas de lluvia y nieve, como las térmicas, son imposibles ó inútiles, no sucede lo propio á la clasificacion en regiones de no muy extensas comarcas, porque pueden hacerse teniendo en cuenta todas las condiciones locales de mayor importancia en el fenómeno; pero hasta ahora se carece de los datos necesarios para ello, por lo que nos abstenemos de ocupar mayor espacio en hacer consideraciones infructuosas y en consignar datos, que tal vez no servirían mas que para conducir á lamentables consecuencias á los aficionados á generalizar.

Basta recordar la influencia que la *altitud* tiene en la temperatura del aire (pág. 133) y mas especialmente la teoría de la lluvia debida al ilustre M. Bavinet (pág. 317) para que se

---

(1) Anuario estadístico de 1858, pág. 114.

comprenda la que aquella puede tener en la *cantidad de agua llovida* en lugares en tal concepto diferentes; á *mayor altitud*, dentro de ciertos límites, *debe corresponder mayor cantidad de agua, ya en estado líquido, ya en forma de nieve, y mayor número de días de lluvia*; porque es evidente que á igualdad de vientos húmedos y relativamente cálidos, que á dos lugares arriben, mayor será la condensacion en el que mas frio encuentren el aire, en el de mayor *altitud*, en igualdad de todas las demás condiciones, sin que á ello se opongan los resultados contrarios observados en los udómetros colocados en los observatorios á distinta *altura*, porque ni sus efectos pueden ser iguales, ni aquellos son debidos á otra cosa que á causas accidentales perturbadoras, como dejamos demostrado y como así tambien lo admiten todos los meteorologistas, siquiera no estén conformes en la esplicacion del hecho.

La experiencia ha corroborado en muy distintos lugares las consecuencias á priori deducidas, y si bien no han dejado, como siempre, de presentarse anomalías por la perturbacion consiguiente á la influencia de otras condiciones locales, han sido de ordinario satisfactoriamente esplicadas dejando demostrados los principios analíticos de una manera indudable y asimismo que el *aumento en la cantidad de agua no es proporcional al de la altitud* (1), como tambien era de suponer, porque ni las nubes en su marcha conservan la misma cantidad de vapores, antes al contrario de ellos se van paulatinamente desprendiendo, ni con la *altitud* disminuye la temperatura en el momento del ascenso de aquellas de una manera regularmente progresiva.

Si los ya extensos límites de este estudio no nos lo impidieran, de buen grado expondríamos en este lugar los resultados experimentales indicados y muy especialmente los que en su interesante memoria de 1867 hace constar el ilustre M. Becquerel relativamente á las cuencas del Sena y Loira y sus

---

(1) Becquerel.—Memoria sobre la lluvia.—1867, pág. 41.

afuentes, si quiera de ellos no pueda deducirse la *entidad* y si solo la *calidad* de tal influencia por la perturbacion introducida con la correspondiente á las demás condiciones locales, cuyos efectos están y no pueden menos de estar comprendidos en los resultados, que el udómetro señala; de manera que no daríamos con su insercion datos mas seguros para resolver las dudas, que en la discusion puedan presentarse, por cuyo motivo, si bien á alguno de ellos harémos referencias en adelante, dejamos de consignarlos.

La influencia de la *exposicion* de los lugares se une tan íntimamente á la de los vientos y condiciones topográficas y orográficas que es imposible darla á conocer sino por consideraciones generales no bien determinadas, y sin embargo por sí misma debe tenerla, ya que con ella se modifica de una manera sensible la temperatura del aire, segun dejamos explicado (pág. 135 y siguientes), y de esta es directamente dependiente la cantidad de vapores condensados; tal vez á esta causa será debida la mayor frecuencia y densidad de las nieblas en las exposiciones del primero y cuarto cuadrante, en que á igualdad de todas las demás condiciones debiera tambien llover mas que en el segundo y tercero; pues en estos caldeado el suelo por la radiacion solar no dejarán en muchos casos agua alguna las nubes (*á no ser que se hallen muy cargadas de vapores ó procedan de regiones muy cálidas*), pasando á las vertientes opuestas, en que la condensacion tendrá lugar por la baja temperatura de su admósfera propia, como lo indican las nieblas que se observan en los picos elevados y pronunciadas divisorias de las montañas, que no aparecen en la arista meridional de las mesetas de rápidas pendientes demostrando que el efecto no es debido exclusivamente á un viento húmedo superior, ni á la *altitud del punto donde se estacionan y sí á los efectos térmicos de la exposicion*; pero como precisamente los vientos del N-O al S-E son los que de ordinario llegan al continente europeo mas cargados de vapores, no es de estrañar que la experiencia ofrezca contrarios resultados.

No sabemos que se hayan hecho al objeto de determinar esta influencia observaciones especiales, y sin embargo serían tal vez de bastante importancia singularmente en la Península, en que tan marcadas están las grandes vertientes, terrazas y meseta que la constituyen y las correspondientes especialmente á sus numerosas cordilleras, porque es en nuestro humilde sentir necesario tener en cuenta la influencia de aquellas formas generales con separacion de las propias de las últimas para llegar á conocer las causas originarias de las notables diferencias climatológicas, que se observan en próximas comarcas de nuestro territorio; pero tampoco desconocemos que por su complejidad este problema será de imposible solucion si no se procura resolverle especialmente para cada una de ellas si bien púdense despues comparar los resultados para deducir consecuencias de interés indudable en el cultivo racional de la tierra.

Dedúcese de cuanto dejamos consignado sobre el origen de los hidrometéoros de que ahora nos ocupamos, que son siempre producidos por el choque ó mezcla del aire acarreado por dos *vientos* ó por el enfriamiento del correspondiente á uno de ellos; de manera que puede decirse que su influencia es principal y necesaria, ya que sin ellos no se producirían; pero siendo á su vez debidos á la de causas generales y locales, no puede considerarse la suya como primordial y originaria, ni mucho menos de condiciones propias y especiales; que dependientes son de aquellas, quedando en cierto modo reducida su mision á favorecer la reunion en cada lugar de las condiciones necesarias á la condensacion de los vapores; mas como esto dependerá de las propias del aire que arrastran y consiguientemente de su procedencia y modificaciones que en su camino experimentan, de aquí que ni todos los vientos tengan la misma influencia en tales hidrometéoros, ni que tampoco sea igual la de un mismo viento para comarcas de diferente situacion: así se observa que el viento S-O., que humedecido por el Atlántico motiva de ordinario la lluvia en las costas occidentales y gran parte de la Europa cuando choca con los polares, llegando á Egipto

y Arabia bastante seco no produce iguales resultados, mientras que á los del E. y S-E. allí les sucede lo contrario por su procedencia marítima; esto mismo se observa en la Península, en que el primero arrastra gran cantidad de vapores del océano y de ellos se desprende antes del límite oriental de la mesa central en forma de lluvia, mientras que en la pendiente de levante el viento E. es el que los produce en aquella costa por haberse saturado en su trayecto sobre el Mediterráneo; pero como para la producción de tal hidrometóro no basta solo un viento saturado de tal naturaleza, sino que de ordinario es preciso su choque con otro frio, que produzca la condensacion, de aquí que llueva muchas veces con los vientos del primero y cuarto cuadrantes, siquiera obren solo como refrigerantes.

Importa por lo tanto observar en cada comarca la influencia en los hidrometeoros de cada viento y comprobar los resultados con las deducciones analíticas deducidas de las condiciones del lugar de procedencia y curso, al objeto de arreglar á los resultados las operaciones del cultivo y la distribución de los abrigos, que en ellos puedan influir y en nuestra mano esté utilizar, como sucede con los montes altos, segun, en parte, hemos ya manifestado en el estudio primero, debiendo siempre tener en cuenta los cambios de direccion, que en cada comarca experimentan los vientos por su reflejo en los obstáculos, con que en su trayecto chocan, ya que esto hace que se nos presenten de condiciones muy variables y por consiguiente de efectos imposibles de sintetizar con relacion á grandes comarcas, razon por la que nos abstenemos de consignar los pocos datos que poseemos sobre los vientos lluviosos y secos de Europa, aunque en general pueda decirse corresponden á la primera categoría los de los cuadrantes 2.º y 3.º y á la segunda los del 1.º y 4.º

La influencia que en los vientos tienen las condiciones *topográficas y orográficas* se hace patente en la lluvia propia de tales comarcas y en las que despues de ellas se encuentran en la direccion de los vientos que debieran producirlas; porque

se oponen á su marcha regular motivando la condensacion de los vapores en mayor ó menor cantidad, segun las formas que afectan, y es consiguiente que despues de ellas agotados aquellos, mas seco el aire que consigo arrastran, no podrá la lluvia con tales vientos producirse.

En efecto; si el lugar de observacion se encuentra en un valle estrecho formado por rápidas pendientes y abierto en la direccion de los vientos lluviosos, la masa de aire en movimiento siguiendo, como las aguas, el camino que menos resistencia la ofrece, se precipitará por él con mayor velocidad (pág. 18), y por lo mismo en mucha mayor cantidad que por los próximos llanos ó mesetas y como es consiguiente á aquello mayor compresion se condensarán los vapores por su mayor cantidad y la menor temperatura resultante.

Si el valle se encontrara cerrado del lado opuesto á la entrada del viento, aun serán mayores los efectos; porque no solo sería la compresion mayor por la resistencia que la masa encuentra en su camino, sino tambien porque obligada á vencer la altura del obstáculo con el ascenso disminuiría tambien mas la temperatura aumentando la condensacion, como lo han reconocido los MM. Gasparin, Babinet, Becquerel, etc.

Si el viento lluvioso en su camino encuentra una montaña, despues de comprimirse en ella, cuando no es reflejado lateralmente, en cuyo cambio de direccion ha de desprenderse de parte del agua que conduce, la sube mas ó menos rápidamente, pero siempre perdiendo temperatura y consiguientemente condensando parte de sus vapores, como hemos visto al hablar de la teoria de M. Babinet.

En vista de todo esto y considerando que tales accidentes son propios de las grandes cordilleras, no es de estrañar que *coincida con ellas la línea de union de los lugares mas lluviosos*, como los ilustres MM. Gasparin y Becquerel lo han deducido del exámen de gran número de datos, entre los que se cuentan muy especialmente los de Bergen y Chamberí, ni tampoco que en las pendientes de exposicion contraria se observe mucha me-

nor cantidad de agua que en las en que los vientos chocan, no solo porque en ellas se descargan de vapores, sino tambien porque desde la divisoria comunmente han de pasar á gran distancia sin rozar aquellas ni dar lugar á nueva condensacion, á no ser que sea muy diferente la temperatura del aire por efecto de la radiacion solar y celeste ó por corrientes polares de que las exposiciones preindicadas estén libres; pues en este caso, si la altura de la montaña no es muy considerable, puede suceder que llueva mas en las segundas pendientes que en las primeras, ya que el descenso de la temperatura consiguiente á la compresion y elevacion en la montaña del aire saturado por el viento conducido, será menor que el que produzca la temperatura y choque del viento contrario y la propia de las segundas pendientes.

Fácilmente se comprende que la influencia de los accidentes topo y orográficos depende esencialmente de su grado de inclinacion y altura que alcanzan sobre las próximas llanuras, así como de las rugosidades y asperezas que presenten en su superficie, pues consiguiente á ellas es la mayor ó menor compresion y velocidad en el ascenso.

Cuando el viento pasa sobre mesetas ó llanuras, se desprenderá ó no de los vapores que acarrea, segun que la temperatura de su admósfera propia sea menor, igual ó mayor, condiciones, que como es sabido, dependen de su altitud y de los efectos de la radiacion celeste y solar sobre su suelo: pero si el viento sobre estas ó aquellas pasa á grande altura, es consiguiente que no será por ellas influido directamente y sí solo por las corrientes ascendentes, que originen por sus condiciones térmicas ó por el reflejo de los vientos rastreros.

Comunmente procedentes de los mares los vientos lluviosos han de ser muy bajos en su principio y solo adquirir altura por el choque en los accidentes orográficos del continente ó con las corrientes opuestas del mismo, y como al elevarse paulatina ó rápidamente han de comprimirse y perder temperatura, es á ello consiguiente la condensacion de parte de los va-

pores que consigo arrastran; de aquí que la verifiquen á medida que se internan en los continentes, que se hagan mas secos, que *originen menos lluvia separándose de las costas* aun que no disminuya el número de dias de aquella, cuando grandes cordilleras no perturben su marcha regular dando lugar á extraordinarias condensaciones, no obstante de hallarse muy disminuida la cantidad absoluta de vapores en el aire arrastrado contenidos, como lo acredita la experiencia, si bien en ella es imposible separar los efectos de todas las causas generales y locales apuntadas.

En efecto, subiendo la cuenca del Sena se ha observado que la cantidad media de agua llovida en los años de 1861 á 1864 ha sido :

En Fatonville. . . . .	708'9 mm.
Valle del Oise.. . . .	483'0 »
París. . . . .	470'0 »

«A partir de París, dice M. Becquerel (1), la llanura se eleva suavemente hasta la Champañe. Así es que el aumento en la altitud apenas compensa el alejamiento del mar. El minimum de lluvia se mantiene hasta el límite de la Champañe seca.»..... «Pero si la cuenca del Sena en lugar de estar surcada por los valles del Oise, del Yonne, del Cure y del Cousin, como dice M. Belgrand, fuera formada por una meseta que se extendiera del mar á las llanuras de Champañe, despues de una cadena de montañas, que se elevaran por un plano inclinado sin asperezas ni valles desde aquella hasta las crestas de Cote-d'or y del Morvan, la cantidad de agua de lluvia iría disminuyendo del mar al pié de las montañas; despues aumentaría desde el fin de la llanura hasta la divisoria de aquellas, como lo observa (Belgrand) muy juiciosamente. Pero no sucede así; las mesetas y las pendientes de las montañas están desgarradas por profundos valles unidos entre sí por grandes

(1) Memoria sobre la lluvia.—1867, páginas 27 y 29.

depresiones.....» y explica por la influencia de tales accidentes la desigualdad que se observa en la cantidad de agua llovida en diferentes localidades y muy especialmente en Vezelay y Avallon, el primero expuesto al choque de muchos vientos lluviosos desviados hácia allí por las montañas del Morvan y el segundo situado en la pendiente oriental y por consiguiente privado de la influencia de aquellos, con lo que se explica fácilmente por que en el primero mide el udómetro en tales años 691'7 mm. y solo 562'6 en el segundo.

Tambien de aquí se deduce que no debe atribuirse particularmente á cada una de las causas enunciadas las diferencias en la cantidad de lluvia, que se observa en distintos lugares, como algunos lo hacen, pues que de su conjunto dependientes no es fácil determinar su especial influencia sino se hacen al efecto observaciones comparativas en puntos bien determinados; como hasta ahora no se ha hecho así, nos hemos decidido á no insertar el gran número de datos experimentales, que en las obras citadas encontramos, aplazando su discusion para cuando nuestros adversarios espresamente los citen en contestacion á nuestras analíticas consideraciones, si lo hicieren, ya que tambien de obrar de otra manera sin evidenciar mas la verdad habríamos de ocupar en ello el tiempo y espacio, que debemos reservar para otros materiales mas interesantes.

Veamos ahora la *influencia que los montes tienen en la formacion de los espresados hidrometeoros*, esencial objeto del presente artículo; mas como todos reconocen el mismo origen y de la lluvia se hayan reunido mas numerosos y fidedignos datos experimentales no solo sin duda por su mayor facilidad sino por la grande importancia que tiene en la vida de los pueblos, á ella especialmente harémos referencia, concretándonos á recordar los principios y las teorías antes de ahora demostradas y á combatir los argumentos principales de nuestros adversarios; pues que así quedará justificada la que nos proponemos poner de manifiesto.

*Toda causa que aumente el vapor acuoso en el aire contenido*

*sin elevar su temperatura ó que disminuya esta conservándose aquél, ha de favorecer la condensacion, el origen de los hidrometeoros y con mayor motivo si en tal sentido obra á la vez en los dos referidos factores, decíamos en la pág. 313 y así despues lo comprobamos con la exposicion de las teorías admitidas, con la esplicacion de los hechos observados, si quiera sea este un principio poco menos que axiomático, evidente por sí mismo.*

Ahora bien, cuando una corriente de aire saturado encuentra en su camino un monte, penetra en él perdiendo su velocidad ó modifica su direccion azimutal ó zenitalmente (pág. 21); en el primer caso es consiguiente la compresion y sobre saturacion del aire inter-arbóreo, la aproximacion del vapor vesicular, *la condensacion*, que así mismo favorece la humedad y baja temperatura de aquella admósfera especialmente en el período de la vegetacion activa; en el segundo caso se producirán análogos efectos aunque con menor intensidad y en el tercero haciendo que el aire saturado se eleve y con ello pierda temperatura, originará tambien la condensacion; de manera que solo por su influencia mecánica en los vientos los montes la tienen notable en la lluvia, cuya formacion favorecen en tal concepto á la manera que lo hacen los valles y las montañas y no proporcionalmente á la altura de sus árboles, como algunos creen, sino en mayor escala en atencion á que con su flexibilidad los hacen adquirir mayor elevacion, que si constituyeran un obstáculo estable, como es fácil comprender, siendo sus efectos mucho mas considerables cuando en vez de reflejarlos los absorven, digámoslo así, pues que entonces la compresion, la aproximacion de los vapores, la condensacion es mas evidente.

Segun hemos demostrado en el art.º IV del anterior estudio los montes obran como causa frigorífica durante el período de la vegetacion activa y probablemente caloríficamente, aunque con poca intensidad, en la pasiva, de donde deducir podemos, *que, si causas estrañas no perturbaran esta influencia, debería*

*en ellos llover mas que en los suelos desnudos y campos de ciclo invernal, en el primer período y en el año y menos en el segundo período*, es decir que su influencia en tal concepto sería análoga á la correspondiente á la de la proximidad al ecuador, ó de la latitud y á la que hemos explicado para las exposiciones del primero y cuarto cuadrantes.

En el art.º I del presente estudio dejamos asimismo demostrado que los montes durante el período de la vegetacion activa evaporan mucha mayor cantidad de agua que los suelos desnudos y los campos, conservando su admósfera inter y super-arbórea mayor humedad, como es consiguiente á la cantidad de la evaporacion y muy especialmente á su continuidad; por lo mismo á igualdad de saturacion en el aire de las corrientes, que á ellos, á los suelos desnudos y agrícolas arriben, es consiguiente en los primeros mas frecuente y de ordinario mas abundante la condensacion; en tal concepto, pues, los montes obran como los mares y lagos suministrando vapor acuoso al aire en movimiento y por lo tanto favoreciendo la repeticion de las lluvias en el referido período, es decir, precisamente en la época de los mayores calores.

De todo esto se deduce que: *durante el periodo de la vegetacion activa los montes influyen en la lluvia en el doble concepto antes enunciado*, es decir aumentando en el aire el vapor acuoso y disminuyendo su temperatura en mayor proporcion que puedan hacerlo los suelos desnudos y agrícolas y reuniendo en su accion la favorable correspondiente á todas las causas locales, de que antes nos hemos ocupado, si bien no es conocida, ni tal vez posible definir, la equivalencia de las condiciones que cada una de ellas debe reunir para dar el indicado resultado; *durante el período de la vegetacion pasiva*, como no es igual su influencia térmica é higrométrica, no puede serlo la que en la lluvia tiene, con tanto mayor motivo cuanto que abrigando las comarcas de los vientos septentrionales en nuestros climas mas frecuentes en tal período evitarán en parte con frecuencia la condensacion consiguiente á su choque con los

ecuatoriales y marítimos; de suerte que, si causas perturbadoras imposibles de tenerse en cuenta en una discusión teórica no influyeran, podríamos fácilmente sentar á priori *que en los montes lloverá mas que en los suelos desnudos y agrícolas en el primer período y menos en el segundo (1) siendo mayor aquella que esta diferencia y por lo mismo también la cantidad anual caída en los primeros que en los segundos.*

Para comprobar la veracidad de estas deducciones no basta, como dice muy oportunamente nuestro ilustrado adversario M. Vallés (2), comparar la cantidad de agua llovida anualmente en una region forestal y en otra agrícola; pues, dependiendo aquella de las condiciones locales antes referidas, es preciso que en ambas sean idénticas, sin mas diferencia que las inherentes y características de los montes y los campos, es decir, las que á su distinto vuelo corresponden y las que aquel origina en el suelo y siempre deben apreciarse los efectos no solo con relacion al año entero sino mas principalmente á la cantidad estacional, número de dias, importancia de los intervalos é intensidad de cada lluvia, que ya hemos dicho que no son igualmente beneficiosas las que en tales condiciones difieran, aunque al cabo del año aporten á la tierra la misma cantidad de agua, ya se las considere bajo el punto de vista agrícola, ya bajo el de su influencia en las condiciones hidrológicas del suelo y consiguientemente en el concepto importante de la de-

---

(1) Se comprende fácilmente que deducimos este principio de la influencia térmica é higrométrica para los montes demostrada y cuya accion en las lluvias de ordinario superará á la que corresponde á la anulacion y cambio de direccion de los vientos lluviosos y así mismo que la última puede hacer que en el segundo período sea tambien mayor la cantidad de lluvia que en los campos en los montes observada en determinadas ocasiones, como así lo patentizan los resultados en Cinq-Tranchées y Amance obtenidos en 1868, siquiera la menor diferencia de la cantidad en tal período recogida en uno y otro comparada con la notablemente mayor del primer período comprueba en cierto modo el principio sentado, que los resultados de 1867 ratifican completamente.

(2) Obra citada, páginas 168 y 172.

nudacion de las montañas y la inundacion de los valles, los pueblos y las vegas.

No se han hecho hasta ahora, que sepamos, observaciones experimentales á tal objeto especialmente encaminadas con todas las condiciones apetecibles y de las que hemos dado á conocer al ocuparnos en el artículo anterior de la *evaporacion fisica* de los montes, (pág. 252 y siguientes) solo las dirigidas por el ilustre M. Mathieu satisfacen cumplidamente en parte el complejo resultado que debieran patentizar, como vamos á ver.

Las practicadas en Fontainebleau por orden del ilustre Mariscal M. Vaillant nada nos dicen relativamente al objeto de que nos ocupamos al presente, porque no son, como para ello sería necesario, comparables sus resultados con los obtenidos al mismo tiempo en una región agrícola de las mismas condiciones; solo sí demuestran el notable predominio allí de las lluvias estivales á las otoñales é invernales, sin que podamos de tales datos deducir si es á la influencia de los montes ó de la latitud debida la diferencia en la cantidad de lluvia estacional hallada, pues que la referida comarca se encuentra ya dentro de la zona de las lluvias de verano (1), aunque muy próxima á sus límites occidentales.

Ya dijimos tambien que eran en cierto modo indiscutibles los resultados experimentales por el ilustre M. Becquerel obtenidos en Montargis á causa de no conocerse bien las condiciones de los lugares de observacion; por esta razon tampoco no harémos ahora sobre ellos consideracion alguna, concretándonos á llamar la atencion de nuestros lectores sobre los mismos insertos en la pág. 255, pues que se echa de ver que en las localidades boscosas La Jacqueminière, la Salvionnière y Le Charme llovió respectivamente 845, 823 y 789 mm. mientras que en Chatillon-sur-Loing y en Montargis solo se recogieron 619 y 613 mm., siendo muy sensible que se cometiera el indicado olvido, pues sin él es probable habríamos

---

(1) Becquerel.—Des Climats, etc., Lámina II.

podido corroborar nuestras analíticas deducciones, especialmente si se hubieran dado á conocer los resultados cada mes obtenidos para comparar los correspondientes á los dos períodos de la vegetacion; pero de todos modos se vé que en las tres primeras comarcas llovió bastante mas que en las dos últimas y este resultado indica la influencia, que hemos dicho tienen los montes en la lluvia.

De la descripcion que en las páginas 256 á 258 hicimos de los aparatos utilizados por el ilustre M. Mathieu y de las condiciones de los lugares, en que fueron colocados, se deduce que los resultados obtenidos estarán exentos de las principales influencias perturbadoras y podrán servir para apreciar la que á los montes corresponda, sino relativamente al número de dias, duracion de los intervalos y entidad de cada una comparativamente entre las tres localidades, sí al menos con referencia á los períodos de la vegetacion, que tanto nos importa examinar; discutámoslos, pues, ya que en las páginas 259 y 260 los dejamos insertos, empezando por recordar que hallándose Belle-Fontaine en el límite de la region forestal, sus resultados no serán tan pronunciados y fidedignos como los de Cinq-Tranchées si son ciertas nuestras anteriores analíticas deducciones.

Para proceder mas metódicamente en esta discusion empezaremos por comparar los resultados obtenidos en el límite de la region forestal con los correspondientes á la agrícola, es decir, entre Belle-Fontaine y Amance, para despues hacerlo entre esta y Cinq-Tranchées, que en medio de aquella se encuentra.

La cantidad de agua debajo de los árboles recogida con el udómetro ordinario en Belle Fontaine no espresa, como ya dijimos, la que llega al suelo de los montes y por lo mismo de ella prescindiremos comparando la recogida fuera de ellos y en Amance; haciéndolo así tenemos que :

*Durante el período de la vegetacion activa se midieron en :*

	BELLE-FONTAINE.	AMANCE.	DIFERENCIA.
En 1867. . . .	273 mm.	227 mm.	46 mm.
1868. . . .	215	190	25
Medias periódicas.	244	208'5	35'5
<i>Durante el período de la vegetacion pasiva :</i>			
En 1867. . . .	443	468 (1)	—25
En 1868. . . .	523	441	82
Medias periódicas.	483	454'5	28'5
Medias anuales. . .	727 mm.	663'0 mm.	64 mm.

De los anteriores números resulta, que durante el primer período llovió en Belle-Fontaine 17 p.Σ mas que en Amance y solo 6'3 p.Σ mas en el segundo y 9'6 en todo el año, indicando la verdad de nuestras deducciones y la importancia de la influencia de los montes, que mas evidenciará la comparacion de los resultados obtenidos en Cinq-Tranchées y Amance.

En efecto, de los comprendidos en los estados referidos resulta que :

*Durante el período de la vegetacion activa se midieron en :*

	CINQ-TRANCHÉES.		AMANCE.	DIFERENCIAS.	
	Dabajo de los árboles.	Fuera de los árboles.			
	D.	F.		A.	D-A.
En 1866. . . .	392	413	324	68	89
1867. . . .	291	310	227	64	83
1868. . . .	172	192	190	—18	2
Medias periódicas.	285	305	247	38	58

(1) Hacemos constar este número en lugar de 633 correspondiente

*Durante el período de la vegetación pasiva se midieron :*

	D.	F.	A.	D—A.	D—F.
En 1866 (1).. .	265	278	267	— 2	11
1867. . . . .	577	615	635	—38	—20
1868. . . . .	531	556	441	90	115
Medias periódicas.	457'6	483	447'6	10	35'4
Medias anuales. .	742'6	788	694'6	48	93'4

Los valores de D—A nos dicen que en el primer período llovió *debajo de los árboles* 15'3 p.  $\Sigma$  mas que en la estación agrícola, 2'2 p.  $\Sigma$  en el segundo período y 6'9 en todo el año.

De los valores F—A resulta para el primer período un aumento de lluvia *fuera de los árboles* en la estación forestal sobre la agrícola de 23'9 p.  $\Sigma$ , 7'9 en el segundo período y 13'4 p.  $\Sigma$  en todo el año.

Ahora bien, ya se consideren las primeras, ya las segundas relaciones en sí mismas ó comparativamente con las obtenidas para Belle-Fontaine, de una manera sorprendente y á nuestro entender irrefutable quedan comprobadas nuestras deducciones analíticas no solo en el concepto de la influencia de los montes en la lluvia sino tambien, y como teníamos anunciado (pág. 221), en la que tienen en la temperatura; porque de ellas se desprende incontestablemente.

1.º *Que en el centro de la region forestal llueve mas que en sus limites y mas en estos que en la agrícola, ya se considere el período de la vegetación activa, ya el de la pasiva, ya el año entero, si bien en el primero la diferencia es próximamente tres*

á todo el año por haber restado los 167 mm. recogidos en Enero, de cuyo mes no consta el agua caída en Belle-Fontaine y que debió ser próximamente igual en las dos estaciones.

(1) Estos resultados son solo aceptables al objeto de su comparación, ya que no comprenden la cantidad de lluvia caída en los meses de Enero, Febrero y Marzo; para hallar la media de los valores absolutos débese deducir de los correspondientes solamente á 1867 y 1868.

veces mayor que en el segundo como corresponde á la demostrada influencia térmica é higrométrica de los montes, que comprueban estas relaciones de una manera indubitable, así como las del periodo de la vegetacion pasiva lo hacen relativamente á cuanto dejamos expuesto sobre la que tienen en la lluvia por su accion mecánica en los vientos húmedos, que, si no existiera, nos permitiría ver mas claramente la que dejamos demostrada relativamente á la temperatura, ofreciéndonos aumento de lluvia en los montes en el primer periodo y disminucion en el segundo comparando las cantidades á la region forestal y agrícola correspondientes, y

2.º Que no solo llueve mas en los montes que en los campos sobre ó fuera de los árboles, sino que es mayor tambien la cantidad que á su suelo respectivo arriba y no con diferencia despreciable sino en la importante del 15'3 p.  $\Sigma$  en el periodo de la vegetacion activa, 2'2 en el de la pasiva y 6'9 p.  $\Sigma$  de la en los segundos recogida en todo el año; de suerte que aun despues de humectarse las copas con cierta parte del agua llovida y con su evaporacion aumentar la humedad de la admósfera, el suelo esponjoso de los montes dispone de mayor cantidad de agua que el de los campos, no solo para atender á las necesidades de su vuelo sino tambien para proveer por filtracion á los depósitos subterráneos, siendo de advertir además que en los segundos la cantidad en el udómetro recogida será disminuida cuando se hallen cubiertos de plantas y por lo mismo á ellos llegará mucha menor cantidad que á los primeros, de suerte que aun suponiéndoles de iguales condiciones hidrológicas, suponiendo tambien que en ellos la evaporacion momentánea por la accion mas directa del sol y de los vientos no fuera mayor que en los montes, siempre estos favorecerian mas la filtracion por la mayor cantidad de agua de lluvia que reciben.

Si á falta de otras experiencias regulares quisiéramos comprobar la teoría establecida con las consecuencias observadas inmediatamente al descuage de los montes, fácil nos sería citar grandísimo número de comarcas antes fértiles y despues de él

por la sequedad y aguaceros torrenciales completamente esterilizadas; no lo harémos sin embargo concretándonos á recordar los importantes párrafos que de la obra de M. Bousingault, dejamos trascritos al ocuparnos de las lluvias tropicales y que de una manera indudable la justifican en conjunto; lo hacen así mismo la falta absoluta de lluvia del Sahara y la disminucion y aumento de aguas subsiguiente al descuaje y repoblacion y la no variacion de aquellas cuando no la han sufrido los montes de su cuenca, que se han observado en los lagos sin desagüe, de que harémos mencion en el art.º V siguiente, ya que para comprender mejor la causa que tales efectos produce, se hace preciso considerar las modificaciones con aquel introducidas en las condiciones hidrológicas del suelo, si quiera, como entonces verémos, no tanto á estas como á la cantidad de lluvia pueden atribuirse tan notables efectos.

A muchas otras consideraciones se prestan las muy importantes relaciones antes expuestas, los efectos aludidos del descuaje de los montes y otros muchos que pudiéramos citar, que justificarian mas y mas su benéfica influencia en la lluvia; pero, aplazándolas para ocasion oportuna, si necesario fuere, creemos suficiente por ahora á nuestro objeto las consignadas y así mismo llegado el caso de terminar este larguísimo artículo con la breve refutacion de los principales argumentos de algunos de nuestros adversarios.

El ilustre M. Marié-Davy, á quien si entre ellos no debemos contar relativamente á la importancia económica de los montes y su benéfica influencia para evitar la denudacion de las pendientes, ya que las reconoce y aprecia en todo su valor, si en la que tienen en el clima por no haberse hecho cargo completamente de ella, despues de ocuparse de la *evaporacion* en la forma que dejamos consignado (pág. 272 y siguientes), *se pregunta si en los montes llueve mas ó menos que en los campos* y fundándose (1) en que se carece de experiencias y que los resultados

---

(1) *Revue des eaux et forêts*—1869.—Pág. 294.

por M. Mathieu obtenidos, únicos aceptables, considerados en conjunto relativamente al tiempo todo de observacion dan una diferencia despreciable á favor de los primeros, esplica las modificaciones observadas en el clima de la manera siguiente :

«El clima de la Francia y de una gran parte de la Europa parece sufrir una lenta modificacion, que debe en dos conceptos considerarse. Bajo la influencia de una causa desconocida, tal vez del repliegue del suelo, cuya lenta progresion podemos comprobar por el levantamiento de la Escandinavia y la invasion del mar sobre las costas occidentales de Francia é Inglaterra, la gran corriente marina, cuyas aguas cálidas templan nuestro clima, el *Gulfstream*, tiende á alejarse de la Islandia para aproximarse á nuestras latitudes: la gran corriente aérea que nos dá las lluvias parece experimentar un cambio análogo. A parte la trasformacion sufrida por el clima de la Islandia desde el establecimiento del cristianismo, carecemos de documentos para apreciar los efectos de esta modificacion gradual y continua sobre el clima de la Francia y de la Europa. Otras causas igualmente desconocidas, pero cuya accion se manifiesta alternativamente en opuestos sentidos, nos hacen pasar sucesivamente por condiciones diversas de sequía ó de humedad, de lluvias de invierno ó de verano. Despreciando los accidentes anuales, estamos al presente en un período de sequía subsiguiente á un período húmedo ocurrido al fin del siglo último y al principio de éste. Otros períodos semejantes han aparecido en los tiempos pasados. Su brevedad relativa los hace sensibles á las generaciones que se suceden; y, no pudiendo referirlos á una causa general que no aperciben, se les une á un hecho tangible, el descuaje de los montes, con tanta mayor fuerza y persistencia cuanto se quiere hallar la razon de todo y que las dos clases de hechos son reales, aunque no lo es su relacion.»

Como se vé, M. Marié-Davy no ha tratado de contestar á su pregunta teóricamente, ni examinado de una manera conveniente los únicos resultados experimentales hasta ahora

en buenas condiciones obtenidos, ni los hechos mas generales, que pudieran darle luz bastante para ver claramente la verdad; si de otro modo hubiera procedido, es seguro que habria llegado á las consecuencias, que nosotros hemos deducido, como lo es que con ellas estará conforme, comprendiendo los irreprochables fundamentos de la teoría, la justificacion que de ella hace la experiencia y que es mas importante de lo que se figuraba la benéfica influencia de los montes en la lluvia.

Si con mayor detenimiento, que hasta ahora lo ha hecho, estudia la historia de los pueblos, no descubrirá probablemente la periodicidad alternada de los años secos y lluviosos, como dice, muy especialmente si en lugar de considerar la cantidad de lluvia anual busca las estacionales, número de dias de lluvia y duracion de los intérvalos; lo que sí verá sancionado en ella es *que, cuando los descuajes en grande escala se han ejecutado, disminuyendo la total de ordinario, lo han hecho de una manera mas marcada las estivales y el número de dias, es decir las lluvias moderadas y frecuentes aumentando las torrenciales*, como en la costa cantábrica española se observa de una manera evidente y es tan comun en todas las comarcas montañosas que no hay labriego de 50 años, que no se duela de que con la desaparicion del arbolado haya sobrevenido la alternativa perniciosa de las grandes sequías y desoladores aguaceros; de manera que ni necesario es en cierto modo acudir á las vagas indicaciones de la historia en grandes períodos; basta comprobar si en el presente siglo, v. g., si en el período de sequía que dice atravesamos hay comarcas lluviosas, en el sentido arriba espresado, que en pocos años hayan perdido este carácter con el descuaje de sus montes (1) y si hay otras, donde reinaba la sequía, que con la repoblacion

---

(1) Entre el grandísimo número de ejemplos, que en corroboracion de la influencia de los montes pudieran citarse, lo haremos tan solo del siguiente:

En muchos distritos de la Australia se han cortado los árboles con verdadero furor y consiguientemente á esto la cantidad de agua llovida

hayan aumentado el número de días de lluvia; pues es claro y evidente que si esto así resulta los efectos no serán debidos á esas causas generales incógnitas sino á las locales variadas, á la influencia de los montes; pues bien, en corroboracion de la primera categoría de hechos no es difícil encontrar repetidos casos dentro y fuera de Europa, y de la segunda le dice M. Pouchet, que en el delta del Nilo antes solo llovía 6 días al año y despues de haber plantado Mehemet-Alli 20 millones de árboles, que ya han adquirido regulares dimensiones, lo hace cuarenta días (1).

El cambio en la marcha de la corriente marina *Gulfstream* tampoco creemos deba tener la influencia indicada en los efectos observados, porque si bien puede aumentar la temperatura de las costas, lo hará así mismo de la evaporacion del agua del mar y consiguientemente la cantidad de ella aportada por los vientos, que aumentando la capacidad de saturación con la temperatura debieran por el contrario dar lugar á mayor cantidad de lluvia en ciertas comarcas frías de la misma Europa; si además los vientos húmedos hubieran sufrido el mismo desvío es consiguiente que España recibiría mas agua de lluvia que antes y esto no obstante mas en ella que en el centro de Europa se observan los efectos perniciosos referidos coincidiendo con el rápido descuaje de sus montes; de manera que las vagas indicaciones alegadas en ningun concepto com-

---

ha disminuido de tal manera que desde 939'77 mm. recojidos en 1863 se redujo en 1868 á 431'78. En la colonia Victoria la falta de lluvias ha sido aun mas completa y en su vista el Gobierno Inglés ha destinado un forestal facultativo encargado de conservar los montes, que hasta ahora se han respetado y de proponer la repoblacion de los terrenos que nunca debieron dejar de serlo, siendo indudable que con su acostumbrada firmeza cortará los muchos abusos por los colonos cometidos despreciando las alharacas de los economistas-poetas, que en nuestras islas Filipinas, y Antillas y en la Península tantos daños han ocasionado y ocasionan.

M. Marié-Davy no atribuirá seguramente estos efectos á las sequías periódicas referidas, ni á la influencia de la corriente marina del *Gulfstream*.

(1) *Revue des eaux et forêts*—1868.—Pág. 230.

prueban los efectos observados, ni contradicen la relacion por la pública opinion establecida muy acertadamente entre el descuaje y la alternativa de las perniciosas sequías y desastrosos aguaceros, que de consuno contribuyen á la esterilizacion de las antes mas fértiles comarcas, como pudiera con la cita de muchas de ellas corroborarse.

Estamos íntimamente persuadidos de que estas indicaciones serán bastantes para que el mismo M. Marié-Davy comprenda lo infundado de sus alegaciones y la sinrazon, con que se ha opuesto á la creencia general de las gentes que, como antes de ahora hemos dicho, observando de cerca los efectos de causas próximas y evidentes pueden mejor que desde las grandes ciudades comprender su verdadera relacion.

Nuestro ilustrado adversario M. Vallés no se concreta á poner en duda estas creencias, ni en vagas indicaciones funda su opinion, que afirma y defiende la contraria dedicando algunas páginas de su libro á la demostracion de este principio: «*La lluvia es mas abundante en las tierras cultivadas que en los montes;*» veamos, pues, las razones en que funda esta atrevida afirmacion.

Por lo mismo, dice, que la admósfera inter-arbórea es mas fría y húmeda que la de los campos debe ser mas seca y cálida la superior á los árboles de monte y por lo tanto menos condensacion ha de producir en los vientos húmedos, ya que la segunda y no la primera es la que con ellos se pone en contacto, justificando muy acertadamente su presuncion relativamente á la temperatura con las primeras experiencias térmicas de M. Becquerel; porque en efecto, si los resultados de estas fueran admisibles, las consecuencias, que lógicamente debieran deducirse, comprobarían en parte á no dudar lo la opinion de nuestro ilustrado adversario; pero no lo son, como en el estudio anterior hemos ampliamente demostrado, ni tampoco es cierta la supuesta mayor sequedad, sino que por el contrario justificado queda que es mas húmedo el aire sobre que fuera de los árboles y que estos no obran en la lluvia solo por

su accion térmica é higrométrica sino tambien por la mecánica en los vientos y como la experiencia confirmando nuestra opinion ha declarado equivocada la de M. Vallés por los medios que él apetecía, por las observaciones udométricas, no creemos necesario entretenernos á refutar mas minuciosamente la base fundamental de sus creencias, ya que el mismo reconocía (pág. 168) no eran irreprochables, ni de *importancia decisiva* atendida la complejidad de las causas, que producen los efectos que se observan y consiguientemente despues de ellas habrá de seguro modificado su opinion; esto tambien nos hará reducir á pocas palabras cuanto dice de las experiencias udométricas no especiales, con que trata de justificar sus deducciones analíticas.

Relativamente á los efectos observados en Marmato, de que en el art.º V nos hemos de ocupar, solo dirémos al presente; que siendo las aguas motores de las continuas su disminucion con el descuaje no demuestra la sufrieran igualmente las torrenciales y consiguientemente el desagüe total, que en el lago Tacarigua y demás sin salida, dan lugar al nivel de sus aguas; por lo mismo los efectos en ellos observados no deben ser de la misma causa dependientes; antes bien, es fácil comprender que en el primer caso pudo con la misma cantidad de lluvia observarse aquella disminucion, que con exceso compensaría el aumento de las aguas torrenciales no medidas ni en las máquinas utilizadas, mientras que en el segundo no puede atribuirse á otra cosa, que á la menor cantidad de aquella por la falta de influencia de los árboles en los vientos húmedos, ya que el nivel de los lagos es funcion de las dos clases de corrientes: no pueden, pues, asimilarse estos efectos, como M. Vallés lo hace, sin confundir las distintas propiedades y procedencias de aquellos, ni comprendemos cómo ha podido hacerlo nuestro ilustrado adversario en tal materia competente y que además, aunque en nuestro concepto faltando al método, antes se había ocupado de la distribucion que de la cantidad de agua llovida: tal vez sin embargo encontrarían algunos la ra-

zon de aquellas equivocaciones en el párrafo siguiente que toma de M. Becquerel (1) pretendiendo demostrar que en concepto del último con el descuaje llueve mas y consiguientemente que lo hace menos en los montes que en los campos:

«Sin embargo, dice, el pluviómetro probó á M. Bousingault, que la cantidad de agua caída en el segundo año había sido mayor que la recojida en el primero» pero debió concluirle añadiendo, como M. Becquerel lo hace que:

«Este hecho tiende, pues, á probar que el descuaje puede disminuir y hacer desaparecer los manantiales, sin que caiga para esto menor cantidad de lluvia;» con lo que hubiérase visto que M. Becquerel no contradecía ni mucho menos á M. Bousingault; que su opinion no era la que M. Vallés hace aparecer truncando su relato y que lo que claramente se deduce del preinserto párrafo es que el suelo forestal tiene mejores condiciones hidrológicas que el agrícola y no si en uno ú otro debe llover mas ó menos, para lo cual era insuficiente la experiencia, que bastaba sin embargo en el primer concepto, como el ilustre M. Bousingault lo hace constar con referencia á este hecho (2).

Tampoco se comprende porque M. Vallés, que ha reconocido la invalidez de las observaciones meteorológicas de pocos años, no hace en este caso la salvedad correspondiente llamando la atencion de sus lectores sobre que las anteriores solo se referian á dos; por qué no ha hecho constar que un aparato, atendida la desigualdad con que la lluvia cae, no basta para medir la cantidad total que al suelo arriba en una comarca de alguna consideracion, ni por qué tambien olvida que si en Marmato se habian hecho cortas de consideracion suficientes á cambiar las condiciones hidrológicas del suelo no la despoblacion completa, que permitiera pasar sin detenerse á los vientos lluviosos; ni por qué finalmente él, que, tan aficionado es á hacer con-

(1) Physique terrestre. . . . . pág. 199.

(2) Économie rurale, T. II. . . . . id. 786.

sideraciones y deducir consecuencias, despues de *copiar á medias* el referido párrafo, con lo cual ha desfigurado completamente el objeto que los aludidos físicos se proponían y su verdadera opinion, no diga una palabra mas sobre este hecho, cuando tantas aclaraciones exijia la fidedigna exposicion de los resultados obtenidos y las consecuencias por los observadores deducidas.

Si en París, Milan y La Rochela, se observa, como dice (pág. 170) con referencia á M. Becquerel, un pequeño aumento en la cantidad de lluvia anual, esto nada probaría en contra de la accion demostrada de los montes, porque el udómetro no mide mas que el agua de una comarca muy reducida y aquellas ciudades no son á propósito para tales experiencias, ni siquiera en regiones propiamente forestales se encuentran y mas bien la diferencia demostraría que los vientos lluviosos arriban con mas facilidad y de humedad mas cargados despues de la desaparicion de muchos montes, lo cual no sería contrario sino favorable á la verdad, que sustentamos, porque es evidente que cuanta mayor condensacion de los vapores por los vientos arrastrados produzcan, tanto menor será la cantidad de los mismos que despues les quede y por lo mismo la de lluvia que se produzca en los lugares que despues de ellos encuentren.

De las experiencias hechas por M. Belgrand en las cuencas de la Grenetiére y Bouchat nos ocuparémos tambien en el artículo V y allí demostrarémos que son evidentemente absurdos los resultados obtenidos y por lo mismo á nada conducentes todos los razonamientos, que sobre ellos funda nuestro ilustrado adversario.

Nada dirémos tampoco de cuanto expone relativamente á la inutilidad de comparar dos comarcas una boscosa y agrícola la otra que no reunan las mismas condiciones de altitud, latitud, etc., pues ya hemos dicho que semejante procedimiento no puede conducir á la verdad y de la influencia de cada una nos hemos ocupado; veamos para concluir lo que dice relati-

vamente al aumento gradual observado en la cantidad anual de lluvia recojida en Viviers.

Segun M. Flaugergues, de los datos experimentales obtenidos desde 1778 á 1817 resulta :

ÉPOCAS.	Altura media anual de lluvia.	Número anual de dias lluviosos.
De 1778 á 1787. . . .	842 mm.	83
De 1788 á 1797. . . .	899	94
De 1798 á 1807. . . .	926	106
De 1808 á 1817. . . .	1.012	108

} 57.. . . . } 11  
 } 27.. . . . } 12  
 } 86.. . . . } 2

«Así, dice M. Vallés, no es solamente la intensidad de la lluvia, es tambien su frecuencia, que ha ido sin cesar aumentando.

»Observaciones notables ante las cuales se ha inclinado la razon de Arago:

»Tales variaciones, dice el último, no son muy favorables á la opinion de que los paises boscosos son los en que mas llueve, *atendido á que desde el principio de las observaciones y notablemente en los 40 últimos años*, no se ha cesado de destruir montes, tanto en el territorio de Viviers como en todo el departamento del Ardeche, en que no queda ya hoy ningun monte considerable.

»No es, pues, posible, dice M. Vallés, (pág. 176), pretender que llueva en mayor abundancia sobre los montes que sobre las tierras cultivadas; es lo contrario que debe admitirse; y la comprobacion de este hecho no puede menos que aumentar la *potencia* de nuestras precedentes conclusiones.»

No se entusiasme nuestro ilustrado adversario á la vista de aquellos datos ni al contemplar las dudas del ilustre Arago;

procedamos con calma en el esclarecimiento de la verdad, que solo así podremos llegar á conocerla y no si nos dejamos guiar de la pasion.

Mucho sentimos que M. Vallés no diga de dónde ha tomado el párrafo, que pone en boca del ilustre Arago y mas aun no tener á la mano las obras de éste, porque tantas veces le hemos visto interpretar equivocadamente la opinion de físicos eminentes, que no nos es posible aceptar al pié de la letra y á *secas* las dudas que resultan del párrafo transcrito; no obstante esto por el momento suponemos sea enteramente así; suponemos que M. Arago se quedó en la duda al contemplar semejantes resultados y no supo ó no quiso entrar en su interpretacion, ¿y qué? no sabemos que los sábios no son infalibles ni muchos menos? ¿No hemos dado pruebas evidentes de sus lamentables equivocaciones? pues respetémoslas y procurémos investigar la importancia del escollo, que en sus creencias introdujo la duda, que solo así y solo así la verdad descubriremos, sea ésta favorable ó adversa á nuestras analíticas deducciones, á las creencias que en mayor número y en mas fidedignos datos hemos fundado, en lo cual no pensamos cometer pecado grave.

En primer lugar nos permitiremos hacer observar que los términos medios desfiguran muchas veces la verdad siendo fácil oponer á estos otros muchos, que demostrarían lo contrario con alguna mas evidencia, pues son no pocas las comarcas, que con los montes perdieron las aguas de lluvia.

En segundo, que es de estrañar se hayan reducido á cuatro decenios, cuando pudieran haberse extendido lo menos á otros tres, que *hubieran dicho algo de nuevo probablemente.*

En tercero, que no importa tanto conocer la cantidad total de lluvia como las estacionales, ni el número tambien total de dias como su distribucion, es decir la duracion de los intervalos y la cantidad de agua en cada lluvia recogida y no dándose estas noticias no es fácil apreciar los resultados, pues *con tal aumento pudieran sin embargo obtenerse mas perjuicios de*

*las sequías y fuertes aguaceros y consiguientes torrentes é inundaciones, que anteriormente se experimentarán (1).*

Cuarto, que haya llovido mas despues que antes en Viviers no significa que lo haya hecho en todo el departamento del Ardeche, y que al sorprenderse el eminente Arago de estas cifras haciendo constar que el descuaje fué evidente y de consideracion en los últimos diez años, indica por lo menos, que las modificaciones en la lluvia no serían en los 30 anteriores de él efecto, antes bien al considerar la diferencia en la cantidad, 86 mm., y la del número de dias, 2, parece corroborar que ha aumentado con él la entidad ó importancia de las lluvias y disminuido la diferencia de los dias, quizá tal vez produciendo los fuertes aguaceros, origen de desoladoras inundaciones, de que aquél como otros departamentos de la cuenca del Ródano vienen siendo víctimas y por lo mismo semejantes efectos no tendrían nada de envidiables, aunque en tanta estima los tenga nuestro ilustrado adversario.

Finalmente indicaremos, que *hallándose Viviers en un desfiladero, en que las nubes se comprimen al pasar (2)*, es de presumir que aquella diferencia sea debida á que despues de la desaparicion de muchos montes á uno y otro lado lo hicieran con mas frecuencia, fuerza y mas cargados de vapores los vientos lluviosos, con lo cual léjos de contradecirse la benéfica influencia de los montes en la lluvia se corroboraría mas, se-

---

(1) Tal vez sean indicio de tan lamentables resultados los recopilados por M. Gasparin (Becquerel.—Des Climats, etc., páginas 162 y 163) de que se deduce, que por término medio en Viviers llueve: en invierno 168·7 mm. en 25·6 días; en primavera 199·6 mm. en 23·4 días; en verano 176·7 mm. en 18·2 días y en otoño 353·4 mm. en 28·8 días; pues es de suponer que no proceden de muchos años anteriores á 1778 y, si ya el aumento progresivo de los desastrosos torrentes en aquel departamento no lo dijera, pudiera aquello deducirse de la desmesurada entidad de las lluvias otoñales, que por término medio resultan de 12·2 mm., es decir de carácter torrencial, que para algunas se haría mas evidente si en lugar de los términos medios, casi siempre engañosos, pudiéramos consignar las cantidades en cada una de ellas observada.

(2) Becquerel.—Memoria de 1867, pág. 25.

gun con referencia á París, Milan y La Rochela, dejamos apuntado; tales resultados, pues, servirán para combatir á los que exagerando aquella benéfica influencia sostienen, al parecer, que con los montes todas las comarcas tendrían el agua que apetecieran á medida de sus deseos; lo que ni sostenemos, ni aprobamos, porque no olvidamos las causas todas que en la lluvia influyén, y que por mucha que sea la importancia de aquella obrando ya por la evaporacion de sus aguas, ya por la condensacion de las que aportan los vientos marinos, nunca pueden hacer que estos en todas las comarcas se presenten cargados de vapores en el límite deseado; la influencia para los montes demostrada es y no puede menos de ser local y, si bien han de reflejarse sus efectos en comarcas lejanas, no pueden á todas igualmente extenderse sus beneficios, ni llega á cambiar las condiciones originarias de los grandes continentes el descaje de los de una relativamente pequeña comarca; así, pues; ni les demos, ni les quitemos su importancia y teniendo presente su múltiple influencia acomodémosles á las circunstancias de la manera mas conveniente, para que nos den el resultado que de ella podemos esperar y no acervos desengaños, si exagerando su benéfica influencia, nos hacemos imposibles ilusiones ó si desconociendo aquella, se obra en sentido contrario, oponiéndose á medidas previsoras, que pueden evitar mayores males y aminorar los que ya sufren los pueblos por la insensata avaricia de los unos y la perniciosa vocinglería de los otros.

#### IV.

El objeto del presente artículo es uno de los puntos mas oscuros de la Meteorología; muchas hipótesis, mucha incertidumbre, no poca confusion se echa de ver en la descripcion de los hechos observados y en las consecuencias de ellos deduci-

das, de suerte que la duda queda en el que las estudia y la indecision detiene la pluma del que se ha impuesto el deber de darlas á conocer; que nunca con ella pueden sintetizarse, cual es necesario para llevar el convencimiento al ánimo del lector, y el que escribe de esto persuadido no puede menos que sentirse agarrotado por la perplegidad y el desaliento fotografiándolos en los rasgos de su pluma: así lo verán seguramente nuestros lectores en estas páginas, porque en tan críticas circunstancias con otras no muy apetezibles agravadas nos encontramos y solo por tan espinoso terreno cruzaremos impulsados por nuestros ya conocidos deseos, por cumplir lo mejor que podamos nuestro compromiso y por no pasar en silencio parte alguna de la Meteorología, digna de ser conocida de las personas para quienes escribimos; pero lo haremos con la posible brevedad y concretándonos en cierto modo á indicar la opinion de los sábios, que de tan difícil cuestion se han ocupado, sin entretenernos en su análisis; porque además de considerarnos para ello incompetentes, teniendo que ocuparnos de cuestiones de grandísima trascendencia para la resolucion del gran problema de los montes públicos, no podemos ni debemos dedicar á aquel objeto gran número de páginas, ya que por otra parte el estudio de *las tormentas y el granizo* que producen, no tiene en tal concepto tanta importancia que nos obligue á traspasar mas los límites de este libro, ni mucho menos á reducir las que necesitamos para el desarrollo conveniente de lo mucho que aun tenemos que decir; tal vez aquella importancia aumentará cuando se conozcan mejor las causas, que producen tales metéoros y la influencia que en ellos los montes tienen, y entonces será mas procedente entretenerse en el indicado análisis, que hoy y en este lugar no juzgamos oportuno, si quiera obrando así nos expongamos á la crítica de algunos mas aficionados á estos que á otros metéoros, aunque no sea mas que por el grandioso aparato, con que á nuestra vista se presentan.

El *granizo*, que, como saben nuestros lectores, es agua con-

gelada en condiciones especiales y de formas variadas, ora se presenta compuesto por la agrupacion de pequeños poliedros, forma originaria de la nieve, que agitados por el viento se unen irregularmente en pequeñas masas esponjosas opacas ó semi-transparentes, algunas veces cubiertos de una capa de hielo, que indica un principio de fusion y subsiguiente congelacion, ora en forma de conos truncados con estructura fibrosa á partir del vértice, á cuyos tipos, observados en el principio de la primavera y en el invierno, llaman los franceses *grésil* (1) y en algunas comarcas de Aragon *amargura* comprendiéndose de ordinario en el resto de España con el nombre genérico de granizo; ora se presenta éste en forma esferoidal ú aovada compuesto de un núcleo blanco y opaco de nieve envuelto por diferentes capas concéntricas de hielo, que ya son todas transparentes, ya opacas, ya estas alternan con aquellas; ora en fin se encuentran en formas piramidales truncadas con base esferoidal indicando proceden de la ruptura de grandes masas de hielo; en todas estas formas unas veces aparecen con la superficie bastante lisa y esférica, otras con facetas bien marcadas, y otras erizadas de eminencias piramidales pronunciadas, así como tambien M. Lecoq las encontró aovadas con agujas cristalinas en los extremos y no pocas veces se hallan aplastadas, irregulares y conglomeradas (2), siquiera lo último será mas bien debido á la reunion de muchos granizos, que amontonados y en parte fundidos reúne el agua de ellos procedente, cuando el frio la solidifica, por cuya razon y á fin de averiguar si la aglomeracion se ha producido en la admósfera ó en el suelo constituyendo masas tan considerables como las observadas por Muschembroech, recomienda muy juiciosamente

---

(1) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 209.

(2) Becquerel.—Memoria sobre las zonas de tormentas de granizo.  
—1866—pág. 4.

Daguin.—Obra citada, t. 2.º pág. 474.

M. Daguin (1) se espese cómo, cuándo y en dónde se han recojido estas masas.

*Grèsil, grêle y grélon* llaman los franceses á las tres especies que se consideran; la primera de origen y estructura diferente de las otras dos, que proceden siempre de nubes tormentosas, de efectos electro-térmicos, solo de los últimos proviene y es mas comun en tiempos fríos, pues solo es una forma especial de la nieve, mientras que las otras dos en las épocas del año y del dia de mas fuertes calores siempre acompañadas de negros nubarrones, de relámpagos y truenos se forman y precipitan sobre la tierra destruyendo en pocos minutos las cosechas de los campos que comprenden.

En castellano se llaman á las dos primeras especies *granizo menudo* (amargura) ó simplemente *granizo* y *pedra* á la última, sin que sepamos se hayan fijado límites á cada una, si bien es bastante comun reservar el último nombre al granizo de 10 ó mas milímetros, que por su grueso ó la fuerza con que se precipita ocasiona notables daños.

Parécenos que en uno y otro idioma convendría fijar mejor las diferentes especies, *que deben considerarse*, distinguiéndolas con nombres apropiados para que los meteorologistas y los que no lo son pudieran entenderse fácilmente y comunicarse sin confundirse el resultado de sus observaciones de todo género.

*El grueso del granizo* varía muchó, llegando á ser del tamaño de un huevo de polla y de 200 á 300 gramos de peso, en cuyo caso se presenta casi siempre de forma aovada (2).

Dice M. Daguin (pág. 473): «El volúmen de las piedras (*grêlons*) es muy variable desde algunos milímetros de diámetro *hasta 40 centímetros y mas*. Desde que alcanzan el tamaño de una nuez (3) destruyen las cosechas; mas gruesas, rompen las ramas de los árboles, hunden los tejados y matan los anima-

---

(1) Obra citada, t. 2.º pág. 474.

(2) Becquerel.—Memoria citada de 1866, páginas 4 y 5.

(3) No es este el verdadero límite *mínimum* de la piedra, pues basta

les. M. Deleros cita un pedrisco caído en Angers el 4 de Julio de 1819, que hundi6 los tejados; las piedras (grêlons) caían con tal violencia que agugereaban las pizarras, como lo hubieran hecho balas disparadas por fusiles vizcainos (biscaïens). La figura 939 (1) manifiesta el corte de una de estas piedras, dibujada en escala de  $\frac{1}{2}$ ; las había que presentaban un diámetro de 12 centímetros. Se han visto muchas veces piedras del tamaño de un huevo de polla. M. Boisgiraud ha descrito con cuidado algunas de estas caídas en gran cantidad en Tolosa (Francia) en la madrugada del 8 de Julio de 1834.

»En 1831, cayeron en Constantinopla piedras gruesas como el puño; media hora despues pesaban todavía 500 gramos. El 15 de junio de 1829, un pedrisco hundi6 los tejados de Cazoria (2), en España; las piedras pesaban, se dice, 2 kil6gramos ! »

Se encuentran muchas veces dentro de la masa de los granizos pedacitos de paja, cenizas volcánicas y hasta fragmentos de hojas y ramas verdes encontr6 en Junio de 1808 M. Espy en el estado de Tenessé (Estados- Unidos) (3).

Hemos dicho que el granizo menudo ó *amargura*, grêsil de los franceses, es solo nieve y se produce y cae de nubes no tormentosas en tiempos frios sin ocasionar grandes daños; harémos, pues, de él caso omiso concretándonos á hablar del

---

que tenga 10 mm. de diámetro, con tal que caiga con violencia, para que produzca tan temidos resultados, como lo saben muy bien nuestros labradores y hemos visto en repetidas ocasiones.

(1) La figura citada se compone de un círculo de 2 $\frac{3}{4}$  mm. de diámetro blanco y opaco que es el núcleo; otro concéntrico de estructura radiada de 2 centímetros con várias capas al exterior de un espesor total de 1 $\frac{3}{4}$  mm.; sobre estas una gran capa cristalina de forma estrellada de 7 á 8 mm. de espesor la parte sólida saliendo eminencias de 3 á 5 mm. y entre estas, redondeando el conjunto, aunque se indica la forma general de una estrella de gran número de puntas. una blanca y opaca, formando el todo una esfera de 45 mm. de diámetro erizada de puntas.

(2) M. Daguin dice Cazorta, pero no existe este pueblo y debe querer decir Cazoria, provincia de Jaen.

(3) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 475.

verdadero granizo y de la piedra de accion tan funesta y te mida de nuestros labradores.

Precede y acompaña su caída á la descarga de las tormentas que el relámpago y el trueno nos dicen de una manera har-to convincente hallarse fuertemente electrizadas, y como nunca aquella sigue á manifestaciones tan indubitadas, como en el momento en que por efecto de sus mútuas influencias las diferentes nubes ó partes distintas de una misma se unen para formar un todo homogéneo á la tierra envían torrentes de agua, por mas que los sábios observadores no hayan todavía encontrado solucion completamente satisfactoria al problema de la formacion del granizo, no puede en duda ponerse que la electricidad es la causa esencial y necesaria; de ella, pues, hemos de ocuparnos, aunque con el temor de quien se declara para ello incompetente; pero antes parécenos oportuno dar una idea de las condiciones eléctricas á la admósfera atribuidas, ya que en ella se presentan las tormentas y en estas no pueden menos de influir aquellas.

Valiéndose de una larga barra de hierro terminada en punta, que aislada colocó en un jardin de Saint-Germain-en-Laye, M. Lemonnier descubrió en el siglo pasado *que el aire en tiempo sereno está siempre cargado de electricidad* y así en efecto despues se ha comprobado encontrando *ser aquella ordinariamente positiva, aunque de variable intensidad segun la altura, la hora del dia y meses del año.*

Para medirla deben colocarse los electrómetros en sitio despejado, no dominado por otros objetos, como árboles, casas, etc., y suficientemente húmedo para que el aire sea buen conductor, teniendo presente que en el aparato influyen el suelo, el aire próximo y el lejano cuando hay mucha humedad, de manera que para reconocer la influencia del segundo debe estar provisto aquel de una bola por arriba y de tallo corto, á fin de evitar la del 2.º y 3.º (1).

---

(1) Daguin.—Obra citada, t. 2.º páginas 491 y 494.

«La cantidad de electricidad de la atmósfera aumenta con la altura. Este resultado ha sido comprobado por de Saussure, Ermann, Volta, Becquerel sobre el monte San Bernardo, Peltier por medio de cometas..... Hasta un metro de altura no se encuentra signo alguno de electricidad, á causa de la proximidad del reservatorio comun. A partir de allí, M. Quételet, halló en Bruselas, que la intensidad eléctrica es proporcional á la altura; pero esta ley no ha sido comprobada sino para elevaciones muy reducidas. En las de alguna consideracion se ignora lo que suceda: Peltier ha reconocido sin embargo, con una cometa, que la electricidad, que crecía lentamente hasta 100 metros, aumentaba despues con rapidéz hasta la altura de 247 m., la mayor que él alcanzó. Algunos pequeños *cirrus* bastan por lo demás para turbar la regularidad del fenómeno; así es que el mismo observador halló un dia *electricidad positiva* hasta 50 metros de altura, despues una zona *neutra* y enseguida otra *negativa* de cerca de 20 metros de espesor, sobre la cual reapareció la electricidad positiva.» (1)

Relativamente á las *variaciones diurnas* dice el mismo, pág. 496, lo siguiente: «La tension eléctrica del aire en un mismo lugar y altura varía durante el dia y *presenta dos máximum y dos mínimum á horas, que cambian con las estaciones*. Esta ley, comprobada por Lemonnier, ha sido precisada por las observaciones de Beccaria y por las que Schübler hizo en Tubingen desde mayo de 1811 á junio de 1812. Arago llegó á resultados semejantes en una série de observaciones empezadas en 1830 en el observatorio de París y M. Quételet en las que continúa en Bruselas desde 1844. Véanse los resultados medios deducidos de todas estas observaciones:

«Desde la salida del sol á las 6 ó 7 h. de la mañana en verano, á las 10 ó las 12 en invierno y á las 8 ó 9 h. en las otras estaciones la tension eléctrica aumenta alcanzando su primer máximum. Disminuye enseguida hasta las 3 de la tarde en ve-

(1) *Daguin*.—Obra citada, t. 2.º pág. 494.

rano y hasta la una solamente en invierno, en que alcanza un minimum, en el que la tension es casi la misma que á la salida del sol. Esta vuelve de nuevo á aumentar consiguiendo un segundo maximum hácia las 9 de la noche en verano, y las 6 en invierno; este maximum es superior al de la mañana. Viene despues un segundo minimum durante la noche. Este último se encontró en Greenwich á las 2 de la mañana. Schübler le habia fijado á las 5. *En fin la media del dia coincide sensiblemente con una observacion única hecha á las 11 de la mañana.*

»M. Birt hizo en Kew, durante 5 años consecutivos, mas de 15.000 observaciones de las que dedujo, como resultado medio, que los dos maximum caen á las 10 de la mañana y á las 10 de la noche y los dos minimum á las 2 de la madrugada y á las 4 de la tarde. No tuvo en cuenta el estado del cielo, de suerte que ciertas observaciones (cerca de  $\frac{1}{20}$ ) dieron electricidad negativa.

»Harémos observar en fin que las diferencias entre el maximum y el minimum son mas pronunciadas durante el estío que en el invierno y en tiempo sereno que en el cubierto.

»Las variaciones diurnas de la electricidad en tiempo sereno parecen depender de la marcha que sigue la humedad: antes de la salida del sol el aire muy húmedo deja correr en el suelo la electricidad que contiene; despues del orto los vapores suben y la electricidad alcanza su maximum; mas tarde calentándose el suelo por la influencia del sol se forman nuevos vapores por cuyo intermedio la electricidad del aire se comunica con la tierra. La accion solar hace despues subir estos nuevos vapores y se llega al segundo maximum; despues de lo que disminuye la electricidad al propio tiempo que bajan los vapores durante la noche.»

No encontrarán nuestros lectores completamente satisfactoria esta esplicacion y es seguro que atribuirán con nosotros los cambios referidos no solo á los que la humedad del aire experimenta con la radiacion solar, sino tambien á los que de la misma causa dependientes se observan en la temperatura, como

intentó demostrarlo M. de la Rive; pero no conociendo las condiciones locales y circunstancias todas, en que se obtuvieron los resultados fundamento de los principios establecidos y acreditándonos la experiencia que los sábios mas eminentes se han visto al error conducidos por observaciones en malas condiciones practicadas, como al hablar de la temperatura hemos demostrado, parécenos oportuno aceptar con reserva aquellos y llamar sobre ello la atencion de las personas competentes, á fin de que una racional experimentacion pueda en breve resolver incontestablemente las dudas, y sentar sobre sólida base la marcha, que en sus cambios diurnos sigue la electricidad del aire, *si no resulta aquello imposible por ser esencialmente variable y dependiente de muchas condiciones locales hasta ahora despreciadas.*

Por no admitir sin duda M. Quételet que en tiempo sereno la electricidad observada en el aire á las 11 de la mañana coincida con la media de todas las diurnas, como dice M. Daguin y dejamos consignado, se ha servido de los resultados obtenidos en Bruselas desde 1844, á las 12, que es probable él conceptúe la verdadera *hora crítica*, (que nos permitimos suponer será variable para cada localidad entre otras muchas condiciones con las estaciones) para determinar las variaciones mensuales, que la electricidad del aire, de un punto dado, experimenta y de esta suerte obtuvo el mínimum de las medias mensuales en Junio, en Enero el máximium y la media en Marzo y Noviembre siendo la curva resultante inversa de la de las temperaturas (1).

*En tiempo cubierto* el estado eléctrico del aire es muy variable, razon por la que deben clasificarse separadamente los resultados observados para deducir con alguna seguridad los principios indicados para *tiempo sereno*; M. Quételet encontró que en aquellas condiciones la tension eléctrica en Enero se reduce á  $\frac{1}{4}$ .

---

(1) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 497.

Por las nieblas se electriza mas el aire; tambien lo está en el momento de formarse el rocío y de los fuertes aguaceros, pero entonces es la electricidad negativa, la que en él se observa, sin duda porque aumentando su conductibilidad le comunica el suelo la que le es característica.

*En tiempo de tormenta* es tan variable que los electrómetros están en continuo movimiento cambiando constantemente en razon de la diferente intensidad, que en algunas ocasiones llega á producir la lluvia chispeante, y el signo de la electricidad; solo reposan las hojuelas despues de un relámpago para volver pronto á sus desordenados movimientos.

¿*De dónde procede la electricidad del aire?* No ha llegado, sin duda, todavía el momento de contestar categóricamente á esta pregunta, que se ocurrirá de seguro á muchos de nuestros lectores; pero procuraremos satisfacer su justificada reclamacion condensando las opiniones de los sábios, que de ello se ocuparon no siempre con fortuna.

Volta, Laplace y Lavoisier habian observado que la evaporacion del agua en un crisol fuertemente calentado era acompañada de desarrollo de electricidad y M. Pouillet demostró con experiencias apropiadas que no sucedia así si el agua era destilada, pura; que se desarrollaba electricidad positiva cuando contenía sales y negativa si ácidos, *que tambien lo hacia el acto de la vegetacion y por consiguiente que de esta y de la evaporacion del agua del mar, la de los terrenos húmedos y de todas las aguas, que sobre la tierra se encuentran y que nunca son bastante puras, procede la electricidad de la admósfera;* pero objetó á esto, M. Guthrie que en invierno es cuando se observa mas electricidad en el aire y sin embargo entonces es cuando con menor intensidad obran la vegetacion y la evaporacion, á lo cual se le contestó que siendo mayor la humedad permite la conduccion de la electricidad de las nubes, sin tener en cuenta que la de estas tiene análogo origen, aunque procedente de lugares mas ó menos lejanos, que en verano se encuentran mas fuertemente electrizadas y que si aquello podía

ser cierto no lo sería menos y con mayor motivo que permitiría la conducción á la tierra de la suya y consiguiente neutralización por su proximidad y mayor humedad de las capas inferiores de la atmósfera que las superiores; M. Daguin á su vez lo contradice también, porque supone que la conductibilidad depende del peso de vapor y entonces es menor y M. Peltier que el minimum de electricidad se observa á las horas de mayor evaporación y que aquella no se produce en el crisol sino cuando la última es muy rápida produciéndose burbujas; pero las experiencias de M. Mateucci hicieron ver que era infundada la última objeción, pues habiendo colocado al sol sobre una placa de metal aislada diferentes tierras mojas con aguas saladas variadas y comunicándolas con un electrómetro, al cabo de poco rato se separaron las hojuelas *con electricidad negativa, que es la hallada para el suelo y es consiguiente que los vapores estarían cargados de la positiva, propia ordinariamente de la atmósfera*; los efectos eran mayores por serlo la evaporación cuando se agitaba el aire en contacto con la tierra: de esto deduce M. Daguin que es incuestionable la procedencia de la electricidad positiva del aire y la negativa del suelo, que dice se acumula en los puntos elevados, en los árboles, casas, etc., á cuyo resultado coopera la acción por influencia de las nubes positivas y por ello sin duda están más expuestos á los efectos de las descargas eléctricas.

También considera debido á esta causa el que las nubes se unan fuertemente á ciertos picos de las montañas (pág. 499); pero fácilmente se comprende que no debe ser esto así y sí producido por la condensación de los vapores por los vientos arrastrados, como hemos dicho en el artículo anterior (pág. 321).

M. Becquerel (1) dice que la evaporación no basta para proporcionar á la atmósfera su enorme tensión eléctrica y *supone que la vegetación la envía de día electricidad negativa y positiva por la noche*, lo que ni se comprende bien, ni puede to-

---

(1) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 500.

marse en un sentido absoluto, ni mucho menos está comprobado por apropiadas experiencias, como sin duda él mismo lo piensa ahora, pues no recordamos haber visto tal hipótesis en sus memorias especiales de 1866 y 1867 no obstante de haber en ellas apurado todos los recursos de la ciencia para dar sobre las tormentas de granizo una teoría aceptable.

Ganot en su tratado elemental de física (pág. 587) dice, que cuando el agua contiene *una sal ó un álcali* el vapor se electriza positivamente y la sustancia negativamente sucediendo lo contrario si la última es un *ácido* y que la opinion antes emitida y por él tambien sentada sobre la procedencia y carácter de la electricidad del aire y del suelo se ha puesto en duda, porque Reich y Riess demostraron que la observada en la evaporacion podía atribuirse al roce con las paredes de la vasija de las partículas de agua que arrastra el vapor, cuyos resultados confirmaron las experiencias de M. Gaugain; quizá compruebe en parte este aserto la demostracion dada por Faraday sobre el desarrollo de la electricidad por el choque de una corriente de aire, que habian conseguido Wilson, Heuley, Volta, Marx y otros, pues de ella se deduce que es aquél debido al roce de las partículas de agua ó polvos que el aire contenga contra las paredes del tubo siendo el signo de aquella dependiente de la materia que le constituya y nula la electricidad cuando el aire carece de agua ó cuerpos estraños (1).

Finalmente consigna el mismo autor (pág. 630) la opinion emitida por M. Pouillet relativamente á *la electricidad desarrollada en el acto de la vegetacion, que considera como uno de los principales manantiales de la del aire* llegando á suponer que bastan 100 metros cuadrados cubiertos de plantas para desarrollar en un dia mas electricidad positiva, de la que se necesita para cargar la mayor batería; pero como la experiencia en que se funda es muy poco aceptable, creemos que se exagera bastante y que deben tales resultados y supuestos ratificarse

---

(1) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 519.

por otras mas apropiadas antes de considerarlos admisibles.

Nuestros ilustrados lectores pensarán, tal vez, como nosotros que en esta diffeil materia está la ciencia algo léjos todavía de poder decirnos y esplicarnos satisfactoriamente lo que en la naturaleza sucede realmente y por lo mismo aconseja la prudencia no hacer sobre ello juicios temerarios ni hipótesis, que solo podrian aumentar la confusion; experiencias racionalmente ejecutadas es lo que se necesita y es de suponer se hagan por personas competentes.

*Las nubes tormentosas ó de granizo* siempre densas, pero tanto mas cuanto es mayor la cantidad que de él y de agua contienen, son de color gris ceniciento oscuro, de la forma de los *cúmulus* con enormes proeminencias, están intercaladas con frecuencia de otras pequeñas blancas llamadas por Beccaria *ascitizi*, es decir adicionales, por las primeras atraidas y producen á su paso un ruido semejante al de una carreta, que rueda rápidamente sobre un empedrado ó de un saco de nueces fuertemente removido, ruido que acompañado de relámpagos y truenos es precursor indudable de la caida del granizo, como hemos podido observar en diferentes ocasiones.

Generalmente poco elevadas tales nubes se han observado de 3 á 6000 metros de *altitud* y á *alturas* mucho menores, que no han cuidado de espresar los observadores, no obstante de ser mas esencial conocer las segundas que las primeras.

Los ilustres Saussure, Franklin, Beccaria, Becquerel, etc., han deducido de las observaciones practicadas que en las tormentas de granizo existen siempre dos nubes superpuestas mas ó menos lejanas; en la de 3 de Julio de 1863 estudiada por M. Lecoq en Clermont-Ferrand la nube inferior, que vino del O. con violencia y movimientos tumultuosos cuando la superior, constituida por un extenso nimbus procedente de la mezcla de numerosos *cúmulus*, que despedian frecuentes relámpagos y truenos, ya estaba formada, se asemejaba á una inmensa red de mallas desiguales, de cuya masa se desprendian copos blancos, ó grises, que despues de cruzar las mallas

al cabo de algunos momentos de ellas quedaban suspendidos en largos flecos y despidió poco despues durante 5 minutos piedras como nueces destruyendo con mucha desigualdad la cosecha de los campos, ya que en el terreno por la nube comprendido afectaban una forma análoga siendo las mallas de 60 á 100 metros de anchura, que es natural correspondieran á las de la nube referida; en esta ocasion como siempre, cesó el granizo y empezó la lluvia fuerte desde el momento que las dos nubes por su mezcla se convirtieron en una sola; los relámpagos y truenos, que preceden y acompañan al primero y no le siguen de ordinario, opina M. Becquerel (1) que tienen lugar entre las diferentes partes de la nube inferior y de ninguna manera en el intervalo y nube superior, lo que sin embargo no nos parece aceptable, ya que en la tormenta referida el gran nimbus descrito dió estas manifestaciones de su gran tension eléctrica y claramente lo contradice M. Daguin (pág. 435) apoyándose en la opinion de los sábios antes citados; manifiesta así mismo que estas descargas pueden tener lugar á grandes distancias por la rareza y humedad del aire entre ellas comprendido y por la interposicion de nieblas y nubecillas, así como tambien repetirse entre las diferentes partes de una misma nube por la constante agrupacion de nuevos vapores; de manera que la nube superior no debe tener, como aquél parece suponer (2), por única mision impedir el caldeamiento por la radiacion solar de la inferior y recoger los vapores de esta desprendidos, *á que deja caer los granizos que contiene*, pues la existencia de estos bastaría en cierto modo para probar que, si por su posicion cumple esa mision, no es la única, de que en la formacion del granizo está encargada, como veremos despues.

*Fórmanse las nubes tormentosas como hemos dicho lo hacen las comunes, que solo unas de otras se distinguen por la mayor tension eléctrica de las primeras; son, pues, estas ya*

---

(1) Memoria antes citada de 1866.—Pág. 18.

(2) Id. id. id. id. 22.

producidas por dos vientos encontrados, uno meridional cálido y húmedo y otro frío de las regiones australes procedente, ya por la condensacion de los vapores, que en la superficie de la tierra motiva la radiacion solar, siendo este origen propio de las tormentas de primavera y verano y al primero debidas las de las otras estaciones si bien obra con frecuencia en aquella, como lo creía el ilustre Gay-Lussac y fácilmente se deduce de lo expuesto anteriormente (páginas 12 y 337).

Volta hizo observar la repeticion de las tormentas, que origina la rápida evaporacion del suelo por la radiacion solar durante el día en la primavera y verano producida y es seguro que no habrá esto pasado desapercibido á nuestros lectores, que habrán tambien observado la pureza de la admósfera despues que descargada la nube desaparece; pero como al día siguiente el sol obra con la misma intensidad sobre el suelo humedecido por la lluvia y el aire se encuentra ya bastante electrizado, se comprende perfectamente la repeticion hasta que la falta de tension eléctrica y humedad no permitiendo la descarga origine nubes menos densas, pero que contrarién la accion de las causas originarias ó un viento conduzca á lejanas comarcas los vapores produciendo análogos resultados.

No pueden repetirse las tormentas por dos vientos encontrados producidas, que son las únicas posibles en las estaciones frías y durante la noche de las calurosas, ya que es natural que en su choque el de mayor potencia prestando su direccion á la masa de vapores resultante los arrastre consigo formando esas errantes tormentas, que comprenden en ocasiones fajas estrechas, pero considerablemente prolongadas, no dejando en el lugar que se considera las condiciones necesarias para que la tormenta se reproduzca; así, pues, deben considerarse estas como generales, y las primeras como locales, si bien obrando á la vez las mismas causas en suelo y admósfera de idénticas ó parecidas condiciones pueden comprender comarcas muy extensas, de que las regiones tropicales presentan no pocos ejemplos.

Quizá no sería temerario suponer que en la mayor parte de

las tormentas obren á la vez las dos causas referidas muy especialmente en la primavera y verano, porque es indudable que las corrientes ascendentes han de motivar las laterales unas veces y otras constituir los *cúmulus*, que con los *cirrus* del choque de los vientos opuestos procedentes, descendidos en forma de *cúmulus* ó *nimbus*, constituyen las dos nubes superpuestas necesarias para la produccion del granizo; esto naturalmente no puede verificarse en las estaciones frías y de noche en las cálidas, pero así mismo se observa que en ella son menos frecuentes las tormentas y muy raros los granizos.

Si no se presentan grandes dificultades en la teoría de la formacion de las nubes, sí se encuentran al quererse dar razon de la gran tension eléctrica, que las caracteriza; pues, aunque se entrevé lo que pueda suceder, no se esplica de una manera ireprochable por mas que se conozca cuál puede ser la causa originaria, la evaporacion en las aguas del planeta que habitamos producida por la accion solar y la de las plantas, á que tal vez debieran añadirse otras acciones químicas y físicas consiguientes á los continuos cambios que los cuerpos, de que aquel se compone, experimentan.

El ilustre M. Gay-Lussac suponía (1), que extendida la electricidad libre del aire en la superficie de las vesículas del vapor, cuando la nube se condensa lo hace aquella en la superficie de esta no muchas veces sin descargas parciales, que originan sus movimientos intestinales, resultando de una gran tension eléctrica por condensarse en una pequeña área la electricidad antes extendida en otra muy considerable, como es fácil comprender.

El ilustre M. Becquerel no admite que las dos nubes superpuestas se hallen cargadas de electricidades contrarias, cómo suponían Volta y Peltier, pero sí que tal suceda á las diferentes partes de la inferior, único medio, dice, de comprender las

---

(1) Becquerel.—Memoria citada de 1866.—Pág. 2.  
Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 463.

continuas descargas, que entre ellas se verifican al formarse el granizo; manifiesta además que la *electricidad positiva* la adquieren por la condensacion sucesiva de los vapores esparcidos en el aire y la de la electricidad propia de éste, siendo tanto mayor la tension cuanto es mas reducido el espacio por la nube comprendido relativamente al que ocupa el aire, de cuya electricidad se apoderó en parte, así como tambien cree que las nubes negativas proceden de la condensacion de los vapores producida por el choque de dos vientos opuestos y con Saussure, de la de los ascendentes del suelo y no que otras causas puedan producir la electricidad de las nubes tormentosas (1).

Ganot (pág. 588) atribuye las nubes positivas á los vapores que en el suelo se forman y las negativas á las nieblas que se elevan; lo primero se comprende bien despues de lo que dejamos consignado (pág. 386) y lo 2.º lo explica diciendo que por el contacto con la tierra los vapores de las nieblas se cargan de su electricidad característica, lo cual si puede ser cierto no bastaría para justificar muchas tormentas, en que no se observan nieblas.

El ilustre M. Daguin, despues de manifestar (pág. 463) que no se conoce bien la formacion y constitucion eléctrica de las nubes tormentosas, dice (pág. 467) que su gran tension eléctrica no puede proceder de la condensacion de la del aire como suponía Gay-Lussac, sino de la desarrollada por la de los vapores, que constituyen tales nubes, en el roce de las dos masas de aire que se chocan, de las cuales la caliente tiene la electricidad negativa y positiva la otra, ya que el calor dá á los cuerpos tendencia á la electricidad negativa, de donde resultarían unas nubes electrizadas positiva y otras negativamente; esto mismo sucedería, segun él, en las partes de una misma nube originando los relámpagos, que entre ellas se observan. Cuando la tormenta es debida á una columna ascendente de vapores la electricidad proviene de su roce con el aire próxi-

---

(1) Memoria citada de 1866.—Pág. 20 y siguientes.

mo, que consigo arrastra y entonces la parte mas fría se electrizará positiva y la mas caliente negativamente.

Niega que, como suponían Volta, Benet y otros físicos, la condensacion del vapor ponga en libertad la *electricidad latente*, que había absorbido al formarse, pues que originándose á la vez las dos se neutralizarían desde luego; pero creemos que no es la latente la que aquellos suponían se condensaba sino la especial característica de sus vesículas como mas claramente Gay-Lussac y Becquerel lo han manifestado.

De todo esto se desprende claramente, que, como ya hemos dicho, la duda cierne sus negras alas sobre los hombres mas competentes en la materia; esperemos, pues, que la luz de la discusion y sobre todo los resultados de una racional experimentacion desvanezcan las tinieblas.

Antes de entrar en la exposicion de las teorías propuestas sobre la formacion y caida del granizo, nos permitirán nuestros lectores que consignemos brevemente algunas noticias interesantes para los que se hayan ocupado hasta ahora poco de estos metéoros.

Se observa antes de la descarga de las tormentas de verano especialmente *una pesadez y calor sofocante*, que no corresponde á las indicaciones del termómetro; esta incómoda sensacion se debe, en concepto de M. Daguin, á que la humedad del aire detiene la traspiracion.

«*Una nube tempestuosa atrae otra*, que se halle á poca distancia, desviándola de su camino. La atraida por otra mayor acelera su movimiento á medida que se aproxima á la nube principal.

»Cuando hay una nube afluyente, que por sí sola hace daños, los suspende al acercarse á la principal aumentando aquellos despues de su reunion.

»En el departamento del Loiret la mayor parte de las tormentas corren entre el S-O N O y el N-E S E, como lo indica la carta del Conde de Tristan.» (1)

(1) Becquerel.—Memoria citada de 1866.—Pág. 28 —Extracto de las observaciones por el referido Conde practicadas desde 1810 á 1826.

Cuando las nubes tormentosas son originadas por dos vientos opuestos hay mas parciales, que despiden relámpagos, que cuando son por corrientes ascendentes producidas (1).

*En las montañas son mas numerosas las tormentas;* ya porque en ellas chocan mas fácilmente los vientos, que conducen las nubes procedentes de los valles y las vegas; ya porque acumulándose en sus picos elevados la electricidad negativa del suelo la positiva de las nubes en ellos se descarga con mas frecuencia; pero suponen algunos, quizá sin bastante fundamento, que estas descargas no son tan fuertes como las observadas en las grandes planicies; á las mismas causas debe atribuirse que descarguen con mas frecuencia en los árboles, si bien algunos autores esceplúan los resinosos, escepcion que solo puede admitirse en comparacion con otras especies en igualdad de todas las demás circunstancias.

Sobre algunas rocas especiales y suelos provistos de capas acuíferas *se cree* que tambien descargan con preferencia las tormentas.

Estas tienen lugar de ordinario á las horas de mas calor, de 2 á 3 de la tarde y pocas veces de noche y en las estaciones frías (2).

Sabido es que el *relámpago* es una luz deslumbradora debida á la chispa eléctrica; blanca en las bajas regiones de la atmósfera es en las elevadas violácea como la chispa de la máquina eléctrica en aire enrarecido.

Los relámpagos son muy largos y en zigzag á causa de la resistencia, que el aire les presenta para caminar en línea recta, como lo harían en el vacío.

Se consideran cuatro clases: los referidos en zigzag; otros que abrazan todo el horizonte iluminando la masa entera de la nube, en cuyo interior se suponen producidos; los llamados de calor, que brillan en las noches de verano sin apercibirse

---

(1) Daguin.—Obra citada.—Pág. 464.

(2) Becquerel.—Memoria citada de 1866.—Pág. 18.

nube alguna y se atribuyen á muy lejanas tormentas y finalmente otros que aparecen bajo la forma de globos de fuego, que caen con lentitud y rebotan muchas veces en la tierra y otras se dividen y estallan con un ruido comparable á la detonacion de muchos cañonazos. Bajo esta forma penetra el rayo en nuestras casas en opinion de algunos autores.

De las experiencias hechas por M. Weststone con una suerte de molinete se ha deducido que la duracion del relámpago *no llega á una millonésima de segundo* (1); pero fácilmente se comprende lo exageradísimo y absurdo de semejante resultado, que no sabemos cómo han podido admitir autores respetables.

Dice M. Daguin (2) que los viajeros que se han encontrado en nubes tormentosas no experimentaron daños por estar igualmente que ellas electrizados, aunque sí señales evidentes de ello; pero que siempre hay peligro en tal situacion, porque como estas nubes no constituyen masas homogéneas igualmente electrizadas, de unas á otras partes hay algunas descargas, como observó M. Buchwalder, que hallándose en el monte Sentis (Alpes) vió morir á su ayudante por un globo fulminante caido en su tienda y él quedó paralítico de la pierna izquierda; pero como en semejantes casos las nubes están en contacto con la tierra, que naturalmente les ha de comunicar su electricidad, cuando no neutraliza la que antes tuvieron, cuya accion puede motivar las indicadas descargas, tal vez no deban estas atribuirse á la mútua influencia de las diferentes partes de la nube, ni menos en ellas encontrar una comprobacion de la opinion de M. Becquerel antes emitida, sin que por esto neguemos que en muchos casos hay algo de cierto, como lo comprueban los relámpagos parciales ó secundarios observados por algunos meteorologistas desde las elevadas cumbres de las montañas.

---

(1) Ganot.—Obra citada, pág. 588.

(2) Obra citada, t. 2.º, pág. 466.

*El trueno* es la detonacion violenta, que sucede al relámpago; aunque son simultáneos no los perciben á la vez nuestros sentidos, porque la luz y el sonido recorren las distancias con tan diferente velocidad que mientras la primera lo hace en un tiempo inapreciable, el último emplea un segundo por cada 337 metros.

El ruido del trueno se atribuye á la conmocion, que en la nube y el aire produce la descarga eléctrica; donde esta tiene lugar es aquel seco y breve; pero con la distancia se prolonga formando lo que se llaba *retumbo*; el mismo efecto se observa en los disparos de cañon.

Sobre el retumbo se han hecho muchas hipótesis; la mas aceptable es la que le supone debido á las desviaciones que la chispa eléctrica experimenta en su trayecto y al reflejo del sonido en las nubes, debiéndose el incremento que toma en momentos dados á los desvíos en sentido horizontal por llegar simultáneamente al oido del observador; el reflejo en las montañas contribuirá tambien al mismo fin.

*El rayo*, que no es otra cosa que la chispa eléctrica consiguiendo á la descarga entre una nube próxima al suelo y de diferente electricidad, ya viene de arriba á abajo, ya al revés y sigue, aunque con camino irregularísimo y muchas veces para conseguirlo atravesando muros de bastante espesor, los cuerpos buenos conductores; el mayor peligro está en las interrupciones, que al fin de los mismos experimenta, ya que en cada una hay nueva descarga; se han observado en ellos efectos sorprendentes, pero esplicables segun la ciencia y que el vulgo muchas veces ha atribuido á milagros; sentimos no tener bastante tiempo y espacio para entrar en su curiosa é instructiva exposicion.

*Para calcular la distancia, á que la nube tormentosa se encuentra del observador*, basta multiplicar por 337 m. el número de segundos trascurridos entre el relámpago y el principio del trueno y haciéndolo por los que dura el retumbo de éste se conocerá aproximadamente la distancia por la chispa

récorida; en caso de no disponer de reloj á propósito pueden multiplicarse por 300 metros las pulsaciones en el indicado intervalo contadas; si de este cálculo y las condiciones del retumbo se deduce que la nube se acerca, es lo mejor separarse de cuerpos buenos conductores, cerrar las aberturas y no reunirse muchas personas en una misma habitación y cuando se está fuera de ellas no abrigarse debajo de los árboles, ni otros objetos altos y aislados por mas que M. Daguin recomiende (pág. 449) elegir los mayores y ponerse á una distancia de ellos igual á su altura, porque, como esta es siempre pequeña, no impedirá que se experimenten algunos efectos de la conmoción eléctrica en la descarga producida, como la experiencia lo acredita.

Las condiciones y efectos del *para-rayos* son tan conocidos que no creemos oportuno entretenernos en su descripción, aunque sí nos atrevemos á recomendar su propagación; no así la de los *para-granizos*, que son completamente inútiles, cuando no perjudiciales, porque de ordinario no influyen en la nube, en que la *pedra* se forma, cuando esto tiene lugar, que es á bastante altura y si lo hacen despues solo sirven para detener el movimiento de las nubes tormentosas bajas y consiguientemente aumentar la cantidad de *pedra*, que sin ellos allí hubiera caído.

Creemos oportuno aplazar para el resumen de esta primera parte las consideraciones que juzgamos necesario hacer sobre la importantísima cuestión de los *pronósticos ó prevision del tiempo por medio del barómetro*, etc., ya que allí nos ocuparemos de las relaciones mútuas de todos los factores del clima.

*En la formación y caída del granizo* están los meteorologistas mas discordes, si cabe, que en la procedencia de la electricidad de las nubes, que le producen; de suerte que abundan las hipótesis, pero ninguna satisface completamente las condiciones de una teoría admisible; procuraremos por lo mismo dar á conocer aquellas con la brevedad posible extractando las obras citadas de los ilustres MM. Becquerel y Daguin, que de esta materia se ocupan con algun detenimiento.

Muschembroeck esplicaba el grueso de los granizos por la aglomeracion de muy pequeñas masas de hielo; pero ni esto justifica las capas concéntricas que los caracterizan, ni exigiria la intervencion de la electricidad, que siempre los acompaña, ya que solo serían una forma especial de la nieve, una aglomeracion de la originaria de esta, solo aplicable al *granizo menudo* (*amargura*), que tanto difiere del verdadero granizo y de la piedra.

El Abate Mongez creía que las capas eran producidas por la congelacion del agua, que en su caída recogían las pequeñas masas de hielo de las nubes desprendidas y que constituyen su núcleo, por la baja temperatura de éste; pero tampoco es admisible esta hipótesis por razones análogas á las antes dichas y la poca altura de las nubes no permitiría tal aumento, con tanto mayor motivo cuanto que es de creer no bastaría la causa á producir el efecto que se la atribuye.

Estos dos observadores no parece que intentaran resolver mas que una parte de la cuestion sin tener la fortuna de conseguirlo.

Siguió en tan interesantes investigaciones el eminente Volta, que puede decirse fué el primero que planteó el problema en términos convenientes abrazando todas sus partes, no concretándose á una como sus predecesores.

El frío, que determina la congelacion del agua de las nubes, le atribuye á la evaporacion producida por la radiacion solar en la superior, cuando hay dos ó mas, y á la parte mas elevada cuando una sola, acelerada por la electricidad y sequedad del aire de las altas regiones, lo que en su concepto explica la formacion del granizo en los dias y á las horas de mas calor. Las pequeñas masas de hielo así formadas, por la repulsion eléctrica se elevan y vuelven á caer cuando pierden su electricidad, volviendo de nuevo á ser elevadas. Si hay, como de ordinario sucede, dos nubes superpuestas suponiéndolas desigualmente electrizadas, aquellas masas van de una á otra, como las esferas de saúco en el aparato de granizo y condensan-

do los vapores del aire húmedo, que las circunda, forman las capas concéntricas referidas y aumentan de volúmen hasta que por su intermedio descargadas aquellas son los granizos bastante gruesos, para que superando la gravedad á la fuerza eléctrica, se precipiten hácia la superficie de la tierra despues de originar con su choque el ruido particular, que hemos dicho les precede y anuncia.

Se ha objetado que la evaporacion producida por la radiacion solar no puede motivar el frío, ya que solo con aquella se consigue haciendo latente el calor del líquido, cuando no se le facilita por una causa exterior, v. g., por un viento seco y en efecto así se comprobó poniendo dos termómetros cubiertos de un lienzo mojado uno á la sombra y al sol el otro, pues en el primero se observa enfriamiento mientras dura la evaporacion y en el segundo siendo esta mas rápida hay despues caldeoamiento; de manera que una nube calentada como dice Volta no producirá frío (1); pero si esto es cierto, no lo es menos que él suponía la *evaporacion acelerada por la electricidad y la sequedad del aire* y como con ellas es posible aquel resultado, no creemos que la objecion destruya la hipótesis completamente aun teniendo en cuenta la *produccion nocturna del granizo*, que siendo originado por vientos encontrados de diferentes condiciones térmicas y eléctricas no son realmente comparables á las diurnas, ni se ha cuidado de advertir si la que se cita observada por Bellani en 1806 produjo *verdadero ó falso granizo* y si era local ó de comarcas lejanas procedente; de todos modos no debe olvidarse que de noche además de la radiacion celeste sobre la misma nube ó parte de nube producirían aquel efecto las dos concausas que él cita, segun M. Daguin, y olvidan otros autores: creemos en consecuencia de lo expuesto que si tal vez hubo, ó se ha hecho que haya, alguna exageracion en la accion calorífica del sol por Volta atribuida, no puede ponerse en duda que estuvo acertado en señalar la

---

(1) Becquerel.—Memoria citada de 1866.—Pág. 13.

causa originaria del granizo, la electricidad y evaporacion insensible.

A las objeciones hechas sobre el movimiento de los granizos de una á otra nube ha contestado bastante satisfactoriamente M. Daguin (pág. 478) manifestando que sino brotan ó saltan las chispas entre las dos nubes por el intermedio de los granizos, tampoco en el *aparato de este nombre* se descarga el platillo superior con las esferas de saúco, aunque éste es mejor conductor que el hielo; que si los granizos saltan de una á otra nube es porque antes de llegar á ellas adquieren su electricidad característica en el aire húmedo que las rodea siendo rechazados y en fin que no puede negarse esta repulsion en granizos del peso de 500 gramos porque no eleven los cuerpos ligeros del suelo, como debian hacerlo en concepto de los contradictores, ya que las nubes se encuentran á bastante altura sobre él y además en muchas ocasiones se han visto elevarse á grande altura, *durante la calma que precede á las tormentas*, las hojas secas y otros cuerpos, de que, segun hemos dicho, se encuentran restos en los granizos.

M. Peltier ha modificado la teoría de Volta, suponiendo que las nubes dotadas de diferente electricidad se descargan por influencia con el intermedio de sus prominencias, favoreciendo la evaporacion y consiguiente descenso de temperatura; si esta en las dos era elevada no produce mas que la condensacion y lluvia consiguiente; pero si una la tenía próxima á 0° se produce la congelacion y estas pequeñas masas de hielo se rechazan y se agitan sea entre las nubes superpuestas ó entre las partes de una misma nube originando los movimientos intestinales observados por M. Lecoq. Durante estos movimientos los granizos aumentan de volúmen con la condensacion de nuevas vesículas, que en parte se evaporan á cada descarga produciendo el frío que solidifica mas la parte agregada, sobre la que viene á formarse una nueva capa y así sucesivamente (1);

---

(1) La descripción que de esta hipótesis hacen M. Becquerel en la

esta esplicacion comprueba nuestra anterior interpretacion de la teoría de Volta.

M. Olmsted y otros físicos atribuyen la formacion del granizo á la congelacion de los vapores trasportados por los vientos del S. producida por la baja temperatura de los del N. en las altas regiones de la atmósfera desempeñando la electricidad un papel secundario y accidental. Supone, como hemos dicho creía el Abate Mongez, que el granizo aumenta de volumen en su caida, que dice es muy lenta por la resistencia del aire y la congelacion de los vapores por la gran frialdad del núcleo y añade M. Prevost, que al mismo efecto tiende la corriente ascendente de vapores; pero como precisamente los mayores granizos caen de ordinario con gran violencia, es difícil de admitir semejante hipótesis, si ya no fueran para rechazarla suficientes las razones expuestas al hablar de la casi idéntica del referido Abate.

M. Lecoq de sus observaciones en *dos tormentas* ha deducido ser necesarias dos nubes superpuestas; que los granizos no van de una á otra como suponía Volta (1), sino entre las diferentes partes de la nube inferior; que aumentan de volumen en la parte anterior con la condensacion de los vapores del aire mas cálido, en que la nube penetra en su movimiento horizontal y que la superior electrizada los sostiene é impide caer hasta que han adquirido cierto peso, siendo el ruido pre-

---

pág. 14 de su memoria de 1866 y M. Daguin en la 480 de su citada obra no están completamente conformes, de manera que pudiera muy bien suceder que nuestro extracto no lo esté con la idea emitida por M. Peltier; sentimos por lo mismo no poder hacer la comprobacion con los escritos del último.

(1) Es extraño que se objete á la teoría de éste no ser admisible las descargas entre dos nubes superpuestas, porque se neutralizarían pronto y se suponga que pueda aquello verificarse entre las diferentes partes de una misma nube, ya que la distancia y la humedad habría de producir primero la neutralizacion; lo cierto es que en cuanto las dos nubes se reúnen en una sola cesan los relámpagos, los truenos y la caida de granizo es por la lluvia sustituida.

cursor debido al silvido, que producen hiriendo el aire en su traslacion; pero esta esplicacion con los defectos principales atribuidos á la teoría de Volta nada justifica.

El ilustre M. Daguin despues de exponer y discutir las diferentes teorías enunciadas propone una, que aunque no completamente aceptable creemos conveniente consignar por extracto en la forma que él lo hace (pág. 481).

I. Las nubes tormentosas son de ordinario originadas por el choque de dos vientos opuestos; cuando no es muy violento ó domina el cálido en la mezcla hay tormenta sin granizo; en otro caso la cantidad de electricidad acumulada es muy considerable y graniza, como lo observó Beccaria, que dice: «Cuando las nubes se agitan con movimientos muy rápidos, la lluvia cae de ordinario en grande abundancia y si la agitacion es excesiva graniza.»

II. La electricidad que se acumula en las nubes, que se forman, sea que provenga de la que contenían las masas de aire mezcladas ó del mismo choque de los vientos, determina una repulsion entre las gotitas y las moléculas de aire húmedo que las componen. De aquí su expansion ó hinchazon y el origen de los contornos redondeados y bien deslindados de las nubes tormentosas. Esta expansion es muy grande, cuando lo es la electricidad, produciendo en union de uno de los vientos considerable enfriamiento y con él la congelacion de nuevos vapores en agujas, que se agrupan en pequeñas pelotas formando el *granizo menudo ó amargura, el núcleo de la piedra.*

III. Estos granos son muy fríos y animados en el interior de la nube de movimientos tumultuosos debidos á los torbellinos, que resultan de vientos encontrados, ó á que estando compuestas las diferentes partes de la nube de masas de aire desigualmente caldeadas y cargadas de gotitas de agua electrizadas en grado distinto ó de una manera opuesta, serán solicitados en diversas direcciones y rechazados de unas á otras, cuando han adquirido la electricidad de la parte en que se encuentran, experimentando así en la nube una agitacion, que con

la producida por los torbellinos, dá lugar al fenómeno observado por M. Lecoq. Si hay dos capas de nubes, como sucede de ordinario, su mútua influencia acumulará la electricidad de cada una sobre una de sus caras y la desigualdad en la distribución eléctrica, que ocasiona la agitacion referida, será todavía mas pronunciada.

IV. En estos movimientos el granizo aumenta de volúmen con una capa opaca, cuando es bastante frio para producir la congelacion rápida y con una trasparente, cuando no lo es en su superficie, ya por el calor latente por aquella abandonado, ya porque atraviese partes de la nube mas cálidas, pues entonces paulatinamente se solidifica su superficie mojada aumentada con las partículas de agua que encuentra á su paso. Seguirá otra capa opaca si la superficie del granizo se enfría de nuevo al pasar por puntos de rápida expansion ó en que domine el aire por el viento N. conducido, continuando así hasta que cesando la expansion de la nube y siendo la carga eléctrica y la temperatura mas uniforme el vapor solo se condensa en estado líquido revistiéndose los granizos de una capa de hielo trasparente, por la que pueden soldarse ó agregar, como lo observó M. Boisgiraud, algunos granizos menudos que se forman todavía entonces. Las puntas cónicas que cubren los granizos las esplica por la acumulacion de gotas de agua, que oscilan en la nube sobre las asperezas accidentales de aquellos mas ó desigualmente electrizadas. La estructura radiada es consiguiente á la tendencia que las moléculas de agua tienen á depositarse en pequeños prismas perpendiculares á las superficies, como se vé en la escarcha.

V. Deduce de lo anterior que los granizos están sostenidos por los torbellinos de aire y diferente electricidad de las várias partes de la nube. Cuando alcanzan cierto volúmen, la velocidad adquirida y mútua repulsion los hacen salir en todas direcciones y se escapan de la nube, en que se formaron, por dominar la accion de la gravedad á la de las causas de su anterior suspension, auxiliado este efecto por la descarga que fa-

cilita el movimiento de los granizos entre las diferentes nubes ó partes de una misma y de aquí que á los fuertes relámpagos suceda aumento en la cantidad de aquellos.

VI. «Todo lo que acabamos de decir puede aplicarse á las gotas de agua, cuando la temperatura no baja bastante para que haya congelacion. De aquí la esplicacion del grueso de las gotas de la lluvia tempestuosa; son agitadas durante algun tiempo en la nube de manera que muchas se reunen al encontrarse. Cada trueno determina tambien una recrudescencia de la lluvia.»

VII. Explica la lentitud con que algunas veces caen los granizos por el movimiento ascendente del aire, que se dirige á la nube, en que la condensacion debe producir una rarefaccion, que no compensa la expansion eléctrica de aquella y tambien porque los granizos encontrarán en su caida aire electrizado por influencia contrariamente á la nube, que retardará su caida.

VIII. Cuando la tormenta procede de una corriente ascendente dura poco, y mas, por la continúa condensacion de nuevos vapores, si del choque de dos vientos opuestos, en cuyo caso toma la direccion del mas fuerte y recorre una faja larga y estrecha.

IX. En las regiones del N. y bajo el Ecuador al nivel del mar no cae granizo, porque, como lo ha observado M. Olmsted, cuando los vientos del N. llegan á los trópicos solo conducen una pequeña masa de aire ya muy caliente, de manera que dominando el aire cálido no es posible la congelacion. En las regiones del N. al contrario, enfriados los vientos cálidos, no hay en el choque bastante diferencia de temperatura para que pueda desarrollarse mucha electricidad, de suerte que lo que entonces se produce es el granizo menudo. Por la misma razon es tambien raro en invierno el granizo verdadero, que es propio de las latitudes medias.

*Los daños que la piedra ocasiona* en las cosechas son tan conocidos que no creemos oportuno detenernos en su descrip-

cion: *empobrece, pero no encarece*, dice de ella un proverbio español, dando á entender la completa destruccion de los frutos de la tierra en donde ejerce su accion perniciosa y la estrechez de la zona que recorre; desgraciado el labrador, á cuyos cereales, linos, cáñamos etc., alcanza el terrible metéoro, que en pocos minutos destruye el fruto de un año de sudores, afanes y desvelos cambiando la esperanza del descanso por el cuadro desgarrador del hambre y la miseria; sin embargo entonces los restos se aprovechan fuera ó dentro del mismo campo y éste de ordinario está dispuesto á resarcir en parte en el año siguiente la pérdida sufrida; pero cuando aquella con verdadero furor sobre las viñas, olivos, algarrobos y otros árboles de fruto se precipita, destruye la esperanza para mucho tiempo obligando al labrador por de pronto á trabajos forzados y urgentes, que no puede hacer con ánimo tranquilo, cuando la reciente experiencia le hace temer con fundamento sean tambien estériles, sin que basten el perdon de los tributos y los escasos socorros, con que el Estado le ayuda, para enjugar sus lágrimas, porque no son ni pueden ser suficientes á evitar el hambre que le espera: el mejor socorro que el gobierno pudiera dar á los interesados sería, previo un estudio detenido y sério, dotar á las comarcas de las condiciones necesarias si no para evitar completamente los daños de la piedra al menos para disminuirlos, lo que estaría mas conforme con su mision, segun mas adelante demostraremos; que no es imposible esto, lo indica bien la influencia en la formacion y caida de la piedra de los vientos, que hacen que sea mas frecuente en ciertas exposiciones de las montañas, y en el principio de los valles estrechos, segun lo ha observado M. Kaemtz y la que en aquellos tienen los abrigos forestales convenientemente colocados.

*La influencia que en la formacion y caida de la piedra tienen los montes* no es hasta ahora bien conocida, como fácilmente se deduce al considerar que los físicos mas eminentes ó no han dicho nada de particular sobre ella ó se han concre-

tado á vagas indicaciones, que nada justifican, como vamos á ver.

Hemos dicho (pág. 386) que el ilustre M. Becquerel suponía, segun referencia de M. Daguin, que la vegetacion envía á la admósfera de dia electricidad negativa y positiva por la noche y así mismo (pág. 387) que M. Pouillet la daba tanta importancia que creia que 100 metros cuadrados cubiertos de plantas bastan para desarrollar en un dia mas electricidad positiva de la que se necesita para cargar la mayor batería; pero al propio tiempo manifestamos que en nuestro concepto tales hipótesis no eran admisibles interin no las confirmaran racionales experiencias.

El ilustre M. Arago consideraba los árboles como para-rayos fundándose en el gran número que sobre aquellos caen y el Conde de Tristan dedujo de 64 tormentas de granizo por él observadas, que los montes debilitan la tension eléctrica de las nubes que las producen, siempre empero que el subsuelo, en que vegetan, sea buen conductor y con esta opinion parece conformarse M. Becquerel, pues dice (1) «que los árboles en razon de la sabia que embebe sus tejidos ó que circula en sus vasos así como el agua exhalada por las hojas, pueden obrar á la manera de los para-rayos y quitar á las nubes, *que se hallan en su esfera de actividad*, (2) la electricidad de que están cargadas, sobre todo cuando las raices se hallan en un suelo húmedo. El rayo que cae muchas veces sobre los árboles aislados (3) y en los mas elevados de los montes, es una prueba

---

(1) Memoria citada de 1866.—Pág. 126.

(2) Cuando están fuera de ella naturalmente ninguna influencia tienen: no se conocen los límites de aquella.—Pág. 127.

(3) El Vizconde de Héricart de Thury publicó en 1838 un folleto, en que se describen gran número de casos de este género en demostracion de la posibilidad de evitar los efectos del rayo sobre las casas aisladas por medio de árboles próximos y elevados y la necesidad de no cobijarse debajo de ellos en tiempo de tormenta para no ser víctima de la descarga; esto prueba indudablemente que su accion no es idéntica, aunque sí análoga á la del para-rayos.

cierta de esto. Desapareciendo la electricidad cesa de caer el granizo al menos de una manera desastrosa mientras la nube está en la esfera de acción del monte; pero si después de haberse de él alejado, las condiciones en virtud de las cuales se forman las nubes tormentosas se presentan de nuevo, la nube se recarga de electricidad, se forma nuevo granizo y entonces las comarcas del otro lado pueden ser perjudicadas, como debe suceder algunas veces. *En general los montes preservan en ciertos límites las comarcas que están del lado opuesto á la dirección de la tormenta, como si hicieran desaparecer la causa productora del meteoro*; apoya su hipótesis recordando que la corriente ascendente de vapores resultante de la exudación de las hojas las pone en comunicación con la nube facilitando la transmisión de la electricidad, al propio tiempo que condensándose aquellos aumentan la masa de la nube disminuyendo su tensión eléctrica é *impidiendo con ello la formación del granizo*. Cree que los ríos obran de una manera análoga.

El eminente M. De-Candolle (1) dice que los árboles, aunque no todos tienen la misma influencia, con sus muchas puntas atraen la electricidad de la atmósfera y la conducen bien al suelo por sus humedecidos tejidos, de lo que y de la repetición con que en ellos cae la piedra, dedujo con M. Dan. Colladon la inutilidad de los para-granizos.

El ilustre M. Daguin también considera los árboles no resinosos buenos conductores, atribuye á esta condición la frecuente caída del rayo en los aislados y dice que el fluido se comunica entre la madera y la corteza, que arroja á grandes distancias, por abundar más allí los jugos.

Finalmente M. Buff dedujo de sus experiencias (2) que en las plantas hay corrientes eléctricas de las raíces á las hojas y que aquellas y todos los órganos internos y llenos de jugos son negativos con referencia á las superficies exteriores más ó menos húmedas.

(1) *Physiologie vegetale*.—Pág. 1091.

(2) Daguin.—Obra citada, t. 2.º, pág. 632.

Muy á pesar nuestro hemos de dejar pendiente la cuestion y solo concretarnos á hacer muy breves consideraciones sobre la opinion por el ilustre M. Becquerel emitida, ya que realmente es el único que trata de explicar la accion de los árboles en las nubes tormentosas fundándose en sus observaciones y las del Conde de Tristan.

Todos admiten que los árboles por las muchas puntas que presentan y la humedad de sus tejidos obran á manera de pararrayos, como lo acredita la frecuencia, con que caen sobre ellos en los montes; pero ¿no podría en esto influir mucho su elevada situacion? Así lo sospechamos y consiguientemente que á ella mas que á la influencia propia del árbol sea debido el hecho que ha motivado tal creencia, sin que por esto neguemos que aquella sea real y efectiva, aunque sí que su importancia sea tal cual muchos se figuran, segun parecen justificarlo los efectos por tales descargas producidos en la proximidad de los árboles que los reciben, como resulta de la describeion de los casos recopilados por el Vizconde de Héricart de Thury y la frecuencia, con que en los pinares de las altas regiones cae tambien el rayo, no obstante de considerar los mismos fisicos malos conductores á los árboles resinosos: estas dudas solo puede resolverlas la observacion comparada, teniendo mas en cuenta que hasta ahora la situacion de los lugares y la direccion de las tormentas.

Los vapores por la exhalacion de las partes verdes de las plantas producidos es indudable que harán el aire mejor conductor; pero ¿se desarrolla con ellos electricidad como en la evaporacion del agua de la tierra? Tal vez no, porque las circunstancias que acompañan al cambio de estado de aquel líquido no son las mismas, ni es probable que lo sea tampoco la velocidad de su ascenso en muchas ocasiones por ser diferente su temperatura, y si aquella se origina del roce con el aire próximo, como su tension y calidad depende de sus condiciones térmicas, es tambien posible que la electricidad en uno y otro caso producida tampoco sean iguales, de manera

que no consideramos prudente deducir lo que deba suceder en la exhalacion vegetal del resultado observado en la evaporacion de las humedades del suelo.

Si los vapores de la exhalacion no desarrollan electricidad, realmente disminuirán la tension eléctrica de las nubes aumentando su masa, como dice M. Becquerel; pero en el caso contrario la aumentarían, como se comprende fácilmente despues de lo dicho anteriormente; quizá el hecho observado en las de los trópicos, en que llueve mas que graniza, justifique en parte el primer supuesto.

Si los árboles descargan de electricidad las nubes, no evitarán la caída del granizo ya formado, al contrario la precipitarán disminuyendo la fuerza que en suspension los tenía; lo que sí harán es retardar la formacion de otro nuevo y quizá compruebe este aserto el que granice al principio de los montes mas que despues de ellos, segun ha observado el mismo M. Becquerel y veremos luego, siquiera tal efecto puede ser mas bien debido á la influencia de aquellos en los vientos, que arrastran las nubes tormentosas. Ya que no pueda el análisis decirnos á priori cual sea la influencia de los montes en las tormentas de granizo, veamos las consecuencias inmediatamente deducidas por el Conde de Tristan de los datos que recojió en el departamento del Loiret relativamente al período de 1810 á 1826, y pues que en breves aforismos los consigna y M. Becquerel los inserta en su memoria de 1866 (pág. 27) creemos oportuno reproducirlos.

«1.º Las tormentas, dice, son atraídas por los montes; cuando llegan, los efectos varían segun que su direccion es oblicua ó perpendicular á ellos; en el primer caso los rodean; en el segundo, si los montes son estrechos, los cruzan; en el caso contrario se detienen aquellas.

»2.º Cuando los montes tienden á desviar una tormenta, su velocidad parece momentáneamente retardada, mientras que aumenta su fuerza.

»3.º Si una tormenta no puede desviarse suficientemente,

ni cruzar un monte, cuando es demasiado extenso, se extingue, y si á la larga pasa por encima está muy debilitada, sucediendo algunas veces que vuelve á tomar su fuerza algo mas léjos.

»4.° Siendo atraídas por los montes y no deteniéndolas siempre sucede algunas veces que dos que marchan lejanas una de otra parece que se atraen.

»5.° Una tormenta puede seguir la direccion de un rio ó un valle cuando la suya se separa poco de aquella.—Si las dos direcciones son paralelas nada impide que la tormenta siga el valle; pero la proximidad de un monte ó una vuelta brusca de aquel la hace desviarse de su direccion.

»6.° Cuando una tormenta llega perpendicularmente á un valle le atraviesa inmediatamente sin desviarse de su camino.»

Los 7.°, 8.° y 9.° ya los dejamos insertos (pág. 393).

Consideramos fácil demostrar por la sola accion de los montes y accidentes orográficos en los vientos los hechos principales en estos aforismos comprendidos, y no menos lo sería explicar los que consigna el ilustre M. Becquerel en sus dos interesantísimas memorias especiales de 1866 y 67 sobre las zonas de granizo en los departamentos del Loiret, Loir-y-Cher, Seine-y-Marne y Eure-y-Loir, que determinó clasificando el grandísimo número de datos, que las prefecturas, ayuntamientos, administracion de montes y sociedades de socorros mútuos le proporcionaron; pues que encontró al O. del monte de Orleans una region muy perjudicada y al N. E. otra de 15 á 20 kilómetros defendida de los daños de las tormentas de granizo que aquel gran monte desvía haciendo que se bifurque la zona perjudicada; obsérvanse análogos efectos en el de Fontainebleau.

Tambien deduce (pág. 79) de su trabajo que el último monte no está libre de las tormentas irregulares ó extraordinarias y que aunque *en él graniza con frecuencia* lo hace de una manera inofensiva, citando en la siguiente página el notable hecho de que *Pancourt, situado en el interior del monte*

de Montargis, no ha sido alcanzado por el granizo mas que una sola vez en 50 años.

El resultado final de su trabajo principal le espresa en los términos siguientes:

«Se vé, pues, segun lo que precede, que hay motivos suficientes para admitir que en general los montes parecen ejercer una accion repulsiva sobre las tormentas de granizo;» pero creemos que mas bien pudiera decirse en todo caso que es aquella atractiva muchas veces ya que las descargan haciéndolas menos ofensivas á los pueblos por los montes abrigados y otras, repulsiva sí, pero no eléctrica sino mecánicamente, si así podemos expresarnos, pues solo consiste en la que tienen en los vientos que conducen las nubes tormentosas, estando persuadidos que de ordinario en los montes caerá mas y con mayor frecuencia la piedra; si bien por las condiciones especiales de su vuelo no causará daños y que por esto mismo los evitará á los campos situados del lado opuesto á la procedencia de tales nubes con gran ventaja para los infelices labradores y la produccion agrícola; de manera que en uno ú otro concepto siempre resultará que los montes abrigan las comarcas de los efectos perniciosos de las nubes tormentosas como lo hacen de los vientos, que tanto á veces las perjudican y es por consiguiente indudable, que tambien en este concepto pueden prestarnos grandes beneficios, siempre empero que ocupen situacion para ello apropiada.

## V.

Aquellos de nuestros benévolos lectores, que, ansiosos de ver destacarse la luz de la verdad entre las tinieblas del error, de la vacilacion y de las contradictorias opiniones, siguen los torpes trazos de nuestra pobre pluma, tal vez espe-

ren encontrar en el presente artículo interesantísimas teorías, ya que su objeto es quizá el mejor y mas evidente de todos los argumentos, que en defensa de la causa de los montes pueden presentarse; así en efecto podría suceder si mano mas experta y hábil aquella dirigiera y si en lugar de haber abarcado en alas de un buen deseo la resolucíon del gran problema en toda su generalidad y con sus infinitas variables, hubiérase de concretar nuestro trabajo al que es especial del artículo presente; porque entonces el método no nos habría como ahora obligado á diluir aquellas, digámoslo así, en muchas y muy distantes páginas á diversos, aunque dependientes, objetos destinadas haciéndolas perder el interés y armonía del conjunto hasta el extremo de que, no apareciendo en ninguna, no podamos ahora consignar un razonamiento analítico, que nuestros lectores no le consideren una repeticíon y cosa ya sabida, reproche que hemos cuidado y procuramos evitar; pero, si bien se mira, este inconveniente, que hará desvanecer algunas ilusiones, es quizá el único mérito del método adoptado, pues, en nuestro concepto, tiene alguno infiltrar en el lector nuevas teorías sin que tal vez se aperciba de la metamórfosis de sus primeras ideas, si bien la desventaja de presentar las partes de ese todo complejísimo sin el interés y atraccíon características de las teorías bien definidas y completas, que destacándose sobre las generalidades necesarias para su mas fácil comprensióon cual el bello matiz de la rosa sobre el intenso verde de sus hojas aserradas, recrean el alma con su galanura, al propio tiempo que llevan la persuasióon y el convencimiento á la mas rebelde inteligencia; pero no nos encontramos en este caso, ni podemos hacer otra cosa que reasumir brevemente las teorías ya expuestas ampliándolas y ratificándolas con los hechos observados, con la discusióon concisa tambien, porque nos falta espacio, de las opiniones contradictorias en su vista emitidas, y no habrémos hecho poco si con este trabajo ilesa sacamos la verdad hasta ahora oscurecida y maltratada por muchos, que con su loca fantasía confundieron la razon sana y buen criterio.

Este trabajo, que para ciertas privilegiadas inteligencias sería sencillísimo, es para la nuestra, pobre y de mil modos combatida, imposible; que no alcanza en su pequeñez y en su cansancio á condensar en las pocas páginas, de que disponemos, esos incomensurables materiales reunidos y la crítica que debe acompañarles, para que no sirvan mas de estorbo en adelante y cumplan satisfactoriamente su objeto; pero si esto y las deplorables circunstancias en que escribimos nos desalientan, la fé en la justicia de la causa y en la benevolencia de nuestros lectores ilustrados nos impulsan á continuar en esta para nosotros verdadera calle de amargura; prosigamos, pues, y no se olvide que si mal lo hacemos guiados vamos por el mejor de los deseos, el de contribuir á la regeneracion de esta nacion infortunada.

Pues que de la *distribucion del agua llovida y la procedente de la nieve, de los manantiales, torrentes é inundaciones* nos hemos de ocupar, aunque no sea posible justificar la solucion del primero sin apoyarse en los hechos patentes de los tres últimos extremos, siendo estos corolarios inmediatos de aquel, no podemos prescindir de seguir el órden por su enunciado establecido, si á la mayor facilidad en la exposicion no sacrificamos el método, que en la solucion de este complejísimo problema conceptuamos indispensable para que los menos versados en estas materias lleguen de ellas á formarse un juicio exacto; á cuyo efecto empezaremos por la distribucion de las aguas por las lluvias producidas ocupándonos inmediatamente despues de las que proceden de la nieve, ya que exigen algunas consideraciones especiales dignas de tenerse en cuenta.

Cuando las aguas de lluvia al suelo arriban, lo primero que naturalmente hacen es mojarle á mayor ó menor profundidad, segun sean la cantidad de aquellas y las condiciones de *embibicion, permeabilidad, grietas y oquedades* que le caractericen; de tal suerte que si la primera es muy pequeña solo la superficie del suelo mojada aparece y seco se presenta á muy poca distancia de ella, como saben muy bien nuestros lectores.

De ordinario estas aguas encontrarán el suelo con mas elevada temperatura, el aire inferior no saturado á cada momento renovado por corrientes mas ó menos violentas, y como aumentan la superficie que ocupaban al extenderse por la exterior de las partículas del suelo, no es de estrañar que, segun lo antes expuesto (páginas 95 y 236), se evaporen mas ó menos pronto volviendo casi en su totalidad á la admósfera sin producir efecto alguno en la verdadera *filtracion*, origen de los manantiales, ni en las *corrientes superficiales*, que motivan los torrentes é inundaciones: no debemos, pues, ocuparnos de estas lluvias y solo de ellas nos servimos para patentizar el primer efecto, la *evaporacion* del agua por el suelo, que en mayor ó menor grado de importancia tiene lugar en la generalidad de los casos, completándose en otros poco despues de terminada aquella por la accion combinada de la radiacion solar y de los vientos sobre el agua por la embibicion en el suelo retenida (1).

Si la lluvia es copiosa, excediendo sus aguas á la potencia de embibicion del suelo y saturada su admósfera por la evaporacion, ha de producirse necesariamente, despues del efecto indicado, uno ó mas de los siguientes: si el suelo es muy permeable la *filtracion*; si está dotado de grietas y oquedades, lo que *impropiamente se llama tambien así no siendo mas que un paso natural de las aguas por ellas* y cuando de tales condiciones carece ó la cantidad de agua, que en un tiempo dado llega á él, es mayor de la así consumida, el *estancamiento* en la superficie si es horizontal ó cóncava sin salida ó la *corriente superficial* si en pendiente se encuentra; como á terrenos de las últimas condiciones topográficas nos venimos principalmente refiriendo, es indudable y notorio que del agua de las lluvias fuertes sobre los suelos descubiertos caidas podemos decir que: *una parte se evapora mas ó menos pronto, otra se filtra ó pasa simplemente al interior y la tercera corre por la*

---

(1) Téngase en cuenta que nos referimos á los suelos desnudos de vegetacion.

*superficie*; la primera produce humedad en el suelo y en el aire facilitando el desarrollo de la vegetación; la segunda los manantiales y corrientes perennes, de que depende la agricultura por los riegos, la industria porque de ellas utiliza la fuerza motriz mejor y mas barata y el comercio el transporte mas económico y finalmente de la tercera son hijos los torrentes é inundaciones desoladoras, que en pocos minutos destruyen no solo las riquezas creadas á costa de inmensos sacrificios sino tambien las condiciones que facilitaron su producción; es por lo tanto incuestionable que el interés del hombre está en aumentar las dos primeras, y muy especialmente la segunda en un grado tal que hagan imposibles las últimas, y cuando esto no pueda alcanzarse cambiar sus perniciosas condiciones haciéndolas lo menos ofensivas.

Ahora bien; si tenemos presente que la evaporación depende no solo de la temperatura y grado de saturación del aire, de sus corrientes y de la extensión de la superficie evaporante, sino tambien y principalmente de la cantidad de agua al suelo por la lluvia suministrada, pues que con esta ha de aumentar necesariamente la embección, de que aquella tambien depende directamente, la filtración, el paso natural por las grietas y oquedades y la corriente superficial en su caso, que de la total al suelo llegada sustraen una cantidad mas ó menos considerable; si no echamos en olvido que la *embección* en cada caso depende asimismo de las condiciones físicas, químicas y topográficas del suelo y subsuelo, de su estado de saturación y de la fuerza con que sobre él el agua de lluvia se precipita, porque es evidente que por muy buenas que las primeras sean poca cantidad absorberá el suelo si diluyendo algunas de sus sustancias sobre él se forma una costra impermeable, á cuyo resultado coopera el endurecimiento producido por la violencia, con que las gotas de agua sobre él se precipitan, si las pendientes son tales que la acción de la gravedad no encuentra obstáculos, que detengan la corriente de las aguas, ya sobre el suelo, ya sobre la misma capa de la que le moja y final-

mente si por hallarse previamente humedecido con menor cantidad alcanza su grado de saturacion; si recordamos que la *filtracion ó permeabilidad y el paso libre por las hendiduras y oquedades*, aunque guardan alguna relacion con las propiedades características de los suelos definidos y de las distintas especies de rocas conocidas, dependen mas directamente de las antes espresadas condiciones y de muy variados accidentes imposibles de tenerse en cuenta en una clasificacion analítica y que asimismo la importancia de la *corriente superficial*, complementaria de las ya referidas, ha de ser á la de estas, á la horizontalidad y á los obstáculos, que en su camino encuentra, inversamente proporcional; si paramos nuestra atencion en la variabilidad de estas condiciones integrantes de la importancia de cada una de las partes, en que hemos dicho el agua de lluvia se distribuye, indudablemente hemos de rechazar por inexactos los coeficientes de algunas experiencias incompletas deducidos y que, aunque se han dado por sus autores como tipos utilísimos, solo al error pudieran conducirnos; así tambien hemos de abstenernos de fundar sobre ellos y vagos razonamientos, teorías y fórmulas, imposibles pues que no hay entre aquellas partes constantes relaciones, que nunca podrian darnos la importancia relativa de cada una de las partes sobredichas, que es lo que se trata de conocer y el medio de aumentar unas á expensas de las otras, que es lo que necesitamos; en vista, pues, de todo esto, no hay, en nuestro concepto, otro remedio que examinar y discutir los hechos observados en los suelos poblados y despoblados de vegetacion para que podamos formarnos juicio aproximado de la causa é intensidad variable del mal que se lamenta y la mejor manera de anular aquella y consiguientemente sus efectos perniciosos.

De nada en efecto para nuestro objeto sirve que el ilustre M. Becquerel nos diga (1) que en un terreno seco, arcillo-calcáreo, la humedad sensible de la lluvia penetra en un dia

---

(1) Des Climats, etc. . . . . Pág. 27.

á una profundidad seis veces mayor que la altura de la capa llovida, de donde por una embibicion muy lenta pasa á las capas inferiores favorecida por las lluvias sucesivas; que Charnock haya encontrado que las tierras menos aptas se apoderan del 17 p.  $\Xi$  del agua llovida por su potencia de infiltracion, según M. Vallés, y que á las mas aptas Dickinson señale el 57 p.  $\Xi$  (1), pues, además de la vaguedad con que se dan estos coeficientes, han de variar necesariamente con las circunstancias que dejamos indicadas, conduciendo á graves errores á quien los utilice sin atender á otra cosa que á la composicion mineralógica del suelo, aun en el supuesto improbable de que en su determinacion se haya podido separar la parte correspondiente á la evaporacion, embibicion y corriente superficial y tenido en cuenta la cantidad proporcionada por la higroscopicidad, etc., etc. y si esto así sucede con relacion á experiencias hechas en pequeña escala, con mayor motivo hemos de suponer absurdos los coeficientes de 71, 49, 48, 37 y 35 p.  $\Xi$ , que acepta M. Vallés, para la absorcion del agua por los terrenos de las cuencas respectivas del Sena, Saona, Garona, Ródano y Pó, (2) ya que ni se conoce con exactitud la total sobre ellas caída, ni la evaporada y perdida por corriente superficial por mas que se hayan hecho algunas experiencias incompletas para averiguarlo; pues por ningun concepto son suficientes á tal objeto, ni mucho menos aceptable el procedimiento en la determinacion de aquellos empleado; aunque así no fuera estos términos medios nunca podrian servirnos para averiguar su influencia en la distribucion del agua de las lluvias torrenciales, ya que la accion de estas se separa mucho de las ordinarias, como es fácil comprender en vista de lo expuesto.

Nuestro respetable y querido profesor y amigo el Ilmo. Sr.

---

(1) Annales forestières—1858.—Pág. 120.

(2) Bosch y Jullá.—Memoria sobre la inundacion del Jucar en 1864.—Pág. 59.

D. Miguel Bosch y Juliá, Inspector general del Cuerpo, en su extensa y muy interesante memoria sobre la inundacion del Jucar en 1864 al describir perfectamente la influencia de las rocas, justifica estas ideas citando un hecho notable, que pone en evidencia la incomprensible ligereza, con que diferentes autores caracterizan de muy permeables algunas, como las calizas cretaceas, por el solo hecho de dar fácilmente paso á las aguas, sin tener presente que esto no se verifica por entre sus finas y apretadas partículas sino por las grietas, hendiduras y oquedades, con que muchas veces, no siempre, se presentan; en efecto, en el grupo montañoso de Valldigna existe el valle de Baríg, especie de embudo colosal formado por las rocas referidas que, aunque de fino grano y notable dureza, por sus hendiduras y oquedades permiten á las aguas de lluvia en él caidas pasar al mas afortunado de Valldigna, por sus dos importantes fuentes Mayor y Menor; de aquí, pues, se deduce que si no puede negarse que en términos generales las rocas neptónicas *son mas permeables* que las plutónicas, deben acojerse con reserva los coeficientes, que en tal concepto las atribuyen algunos escritores sin haberse dado cuenta de la causa, que motiva la desaparicion en ellas de las aguas de lluvia, y admiten otros sin prévio exámen haciendo de tales datos perniciosísima é injustificada aplicacion, como les acontece á varios de nuestros ilustrados adversarios y entre ellos muy especialmente á M. Vallés.

El agua de la nieve procedente no produce enteramente los mismos resultados, porque ni apisona la tierra en su caida, ni tiene por de pronto comunmente tantas pérdidas por la evaporacion directa, ni permite con su esponjosidad y baja temperatura la corriente superficial inmediata, y como la licuefaccion se hace de ordinario paulatinamente pasando sus aguas á la base, en donde encuentran por las heladas esponjada la tierra y por la capa de nieve dificultades á su corriente, no es de estrañar que mas que la de lluvia aumente la filtracion dando justo fundamento á los adagios, *año de nieves año de*

*bienes y point de neiges point de fontaines*, que el ilustre M. Babinet consideraba mas seguro que todos los pronósticos y esplicaciones sobre las causas que producen las condiciones anormales de las estaciones (1); pero como al mismo tiempo facilita la acumulacion de grandes capas de agua sólida, que el sol de la primavera auxiliado muchas veces por los vientos cálidos liquida en poco tiempo produciendo una corriente sobre el suelo saturado, que minando la base facilita en las rápidas pendientes el desprendimiento de grandes masas en su movimiento mas fácilmente liquidables, resultará en ocasiones dadas la corriente superficial muchísimo mayor, que la que á los mas fuertes aguaceros corresponde y de aquí que por sí solas ó acompañadas del caudal de los segundos, que tambien facilitan su licuefaccion, produzcan torrentes é inundaciones desoladoras por haber en cierto modo condensado la corriente superficial, que hubiera sido inofensiva teniendo lugar á medida que al suelo llegó la nieve de que procede; de suerte que ésta aumentando la filtracion sin disminuir la evaporacion, porque si es menor en ella en un tiempo dado el en que se ejerce es mucho mayor que el que á las aguas de lluvia corresponde, y consiguientemente aminorando la cantidad absoluta de la corriente superficial la hace sin embargo en ocasiones muchísimo mas funesta, que la que corresponderia á la de lluvias equivalentes á las nevadas, de que procede la masa total; de manera que si son ciertos aquellos beneficios de la nieve no lo son menos estos perjuicios y para evitarlos se debe procurar que la licuefaccion sea paulatina, ya que produce los primeros y no repentina, que dá lugar á los segundos, resultado que solo se consigue utilizando la benéfica influencia de los montes.

Consignadas las precedentes consideraciones y advertencias, necesarias al objeto de evitar mas adelante entorpecimientos y

---

(1) Revue des eaux et forêts—1868.—Pág. 94.

para preparar el ánimo de las personas para quienes especialmente escribimos este libro, ha llegado el caso de examinar analítica y sintéticamente la influencia, que en la distribución de las aguas meteóricas tienen los montes, los yermos y los campos, ya que solo así podemos averiguar la causa y deducir el remedio para extinguir el mal, que tantos daños á la humanidad produce, es á saber la falta de manantiales utilizables y la frecuencia de torrentes é inundaciones perniciosísimas.

En el art. III del presente estudio hemos demostrado que en los montes llueve mas que en los yermos y en los campos encontrándose la mayor diferencia en el período de la vegetacion activa, es decir de los mas fuertes calores y asimismo que, aunque disminuidas sus aguas por las retenidas en las copas de los árboles, tambien lo es la cantidad que á su suelo llega; pero si bien la accion de los montes en la lluvia hace sospechar que aquel aumento procede mas del número y frecuencia que de la intensidad de cada una y especialmente de las muy copiosas, faltan experiencias que lo justifiquen y como de la intensidad de cada una y tiempo que dura, factores de la cantidad de agua que le corresponde, directamente depende la distribución que de ellas se hace, pues es incuestionable que no puede ser la misma en las menudas y pausadas que en las torrenciales lluvias, ni por otra parte se tengan ni puedan adquirir datos bastantes para determinar la relacion en cada caso de las tres partes, en que hemos dicho el agua meteórica se distribuye, de aquí que sea imposible decir á priori la importancia de cada parcial influencia y que haya que apelar á medios indirectos para deducir su calidad, que es hoy la solucion posible y el medio de conseguirla; así, pues, procederémos empezando por recordar la marcha que siguen las aguas de lluvias idénticas en los montes, los yermos y los campos en rápidas pendientes situados, ya que esto facilitará la determinacion de las causas, que producen los efectos que mas tarde examinaremos.

*Durante el periodo de la vegetacion activa de los árboles forestales (1);*

**Las pequeñas lluvias**, que no pasen de 15 milímetros; *en los montes* solo mojan las copas de los árboles, *en los yermos* la capa superficial del suelo y *en los campos* esta, si se encuentran sin vegetacion y las plantas en otro caso, evaporándose en breve por la accion del sol y de los vientos sin dar lugar ordinariamente á la verdadera imbibicion del suelo, á la filtracion, ni á corriente superficial.

**Las lluvias moderadas, pero mas abundantes**, de 15 á 50 milímetros; *en los montes*, despues de mojar las copas y los troncos, lo que aminora su cantidad, pausadamente llegan al suelo, que las absorbe todas reteniéndolas de ordinario en sus mantillosas capas superiores (2), de gran potencia de imbibicion, como en el art. II del segundo estudio dejamos demostrado, y si su cantidad excede á aquella por hallarse próximas á la saturacion, á través de sus apartadas moléculas en pequeños hilillos se filtrará el sobrante hasta las capas inferiores y al subsuelo, como entonces tambien digimos, ya para ser por ellas retenida, ya para dar lugar á las corrientes interiores, de que los manantiales se alimentan; de manera que por

(1) Téngase presente lo dicho en la página 206.

(2) Se comprende fácilmente suceda esto así en la mayoría de las ocasiones recordando que, segun anteriormente hemos dicho (páginas 35 y 36), el suelo de los buenos montes tiene de 15 á 25 centímetros de humus por debajo de una capa mucho mayor del *mantillo* no descompuesto y sobre las removidas y absorbentes del suelo mineral, que en junto no bajan muchas veces de un espesor de 1'50 á 2 metros (pág. 37); de manera que en tales montes poca ó ninguna lluvia suministrará agua en exceso á la potencia de imbibicion de esta poderosa capa esponjosa, ya que solo el *humus* puede retener, segun se deduce de los coeficientes hallados por Schübler en sus experiencias (páginas 27 y 29), el agua correspondiente á una lluvia de 2 decímetros y si bien por su poca aptitud para la desecacion (pág. 28) y la repeticion próxima de las lluvias, puede aquella ser superada por no encontrarse seco cuando el agua recibe, el *mantillo* y las restantes capas del suelo le auxiliarán poderosamente en tan importante funcion, de que depende la vida de los árboles, que sobre él vegetan.

evaporacion directa de las copas y del suelo , por la imbibicion de éste , que paulatinamente de ella se desprende con la evaporacion fisiológica de los árboles y por la filtracion en último extremo, toda el agua de lluvias semejantes indudablemente se consume sin dar lugar á la mas insignificante corriente superficial ; no sucede lo mismo *en los yermos* , porque humedecida la capa exterior del suelo, apelmazado éste por el choque de las gotas y cubierto con la capa impermeable consiguiente á la dilucion en el agua de sus partículas calizas, yesosas ó arcillosas , se anula la imbibicion y consiguientemente la filtracion y las aguas sobrantes, que serán las mas, se precipitarán por la pendiente aumentando su velocidad con el volúmen consiguiente á su reunion y con el impulso de su marcha anterior para reunirse turbiosas en la interseccion de las pendientes y en el talweck principal del valle despues ; es cierto que se puede objetar á esto que no sucederá así en los terrenos bastante sueltos, pero como es imposible su existencia en las grandes pendientes, si la vegetacion no impide su arrastre ya dándolos consistencia , ya destruyendo la fuerza erosiva de las aguas, claro es que no procede la objeccion, pues que mas ó menos pronto se llegará al término de que se ha partido, si por carecer de tierras yesosas, calizas ó arcillosas, no concluyen por dejar la roca dura al descubierto produciendo análogos efectos: *en los campos* de la region forestal, como quiera que en tal período se halla el suelo de ordinario descubierto y removido por las labores , las aguas producirán análogos y mas patentes efectos , es decir la impermeabilidad por la dilucion ó el arrastre consiguiente á su movilidad, aunque algunas veces la cantidad de agua de la corriente superficial, absorbida en parte por la pequeña capa , que las labores esponjaren, disminuirá algo y mas si existen verdes ó secas las plantas, ya por la consistencia que al suelo dán , ya por las pequeñas desviaciones y consiguientes pérdidas de velocidad de las corrientes por sus débiles tallos producidas, cuyo detenimiento ha de aumentar algo la imbibicion y retrasar la lle-

gada de las aguas á las líneas de reunion cooperando al mismo efecto ; pero siempre en ellos y en los yermos la corriente superficial estará constituida por la mayor parte de las aguas de lluvia en las algo importantes , y de aquí que , como ya hemos dicho (pág. 37-287 y otras), siendo menor la evaporacion absoluta , lo es así mismo la filtracion, resultando ilógico el razonamiento de algunos de nuestros adversarios , que de la menor importancia de la primera deducen la mayor de la segunda sin tener presente el sumando importante de la corriente superficial.

**Las lluvias copiosas y torrenciales (1)**, de 50 milímetros en adelante; *en los montes, en los yermos y en los campos* producen análogos efectos á los que acabamos de indicar , sin mas diferencia que en los primeros saturado el mantillo no descompuesto , el humus y las capas minerales superiores del suelo aumenta la filtracion á las inferiores y de ellas pasa el agua al subsuelo, por cuyas hendiduras penetra á los depósitos subterráneos, y cuando esto no puede tener lugar por ser impermeable y carecer de tales vías , corre aquella sobre él pausadamente siguiendo la pendiente como dejamos explicado (pág. 36 á 39) para dar mas ó menos cerca lugar á los *manantiales superficiales* , así como las que se filtran en el caso anterior alimentan los profundos, que las condiciones especiales y accidentales de las rocas originan sin que esté en nuestra mano modificarlas, razon por la que de ellas tan poco nos hemos ocupado; de esto se deduce que en todos casos en los *buenos suelos forestales la corriente superficial será nula , imposible*, como lo es formarla sobre una capa de esponja de un decímetro de espesor, arrojando sobre ella con una regadera la cantidad de agua en la forma y en el tiempo de las mayores

---

(1) Aunque depende este carácter de muy diferentes condiciones, puédense de ordinario considerar tales las que en un día producen uno ó mas decímetros de agua , como veremos al hablar de los torrentes é inundaciones.

lluvias observadas, siempre empero que aquella tenga la inclinacion ordinaria de las pendientes de nuestras montañas, pues, si la superficie sobre que descansa no es bastante permeable ó de suficiente potencia de imbibicion, lo que se observará, cuando aquella se haya saturado, será una corriente inferior de muy distinta velocidad y caudal que la que se obtendria arrojando la misma agua en el mismo tiempo y forma sobre una superficie de semejante capa desprovista, como es fácil comprobar haciendo la experiencia con las dos mesas, de que hablábamos en la pág. 33; á producir los efectos indicados cooperan las copas de los árboles y la hojarasca por el suelo esparcida disminuyendo la cantidad y velocidad en la caída del agua; las raices nuevas y viejas facilitando la filtración y los tallos y demás obstáculos, que en la superficie de los suelos no bastante mejorados encuentra la corriente, *posible en este caso*, deteniéndola y dividiéndola hacen que mas fácilmente se filtre y con mas dificultad se reuna el caudal correspondiente á muchas parciales, como ya en cierto modo habíamos demostrado en los artículos II y IV del segundo estudio: *en los yermos* y *en los campos* por el contrario, como cuanto mas fuerte y abundante es la lluvia son mayores las causas de impermeabilidad, menores las pérdidas relativas por evaporacion y mayores tambien la velocidad y el volumen, que aumentan la erosion y los arrastres, los efectos perniciosos, los característicos de los torrentes é inundaciones aumentarán de una manera notable.

*En el período de la vegetacion pasiva:*

**Las lluvias de la primera clase;** *en los montes* no encontrarán tanta cubierta por el desprendimiento de las hojas de los árboles, muy especialmente en las especies que las tienen caeducas, pero, como yacen sobre el suelo, la parte de agua, que no sea por las ramas y el tronco retenida y evaporada, lo será por aquellas entonces mas acsequibles á la accion del sol y de los vientos; *en los yermos* sucederá lo mismo que en el período anterior, aunque mas paulatinamente por la menor accion de

tales agentes y *en los campos* entonces, de ordinario, bien poblados, el agua se consumirá mojando las plantas, que el sol y el viento enjugarán, de manera que el efecto final será el mismo, pues solo se alimentará la evaporacion directa.

**Las lluvias de la segunda categoría;** *en los montes* producirán análogos efectos que en el período de la vegetacion activa, porque si bien no se verán en algunos casos tan disminuidas por las copas, sí encontrarán en el suelo mas facilidad en la evaporacion; mayor espesor en la capa absorbente y mas obstáculos á la corriente superficial por las hojas y ramillas desprendidas, y como el agua embebida no es por la absorcion de las plantas agotada, es natural que aumente la filtracion paulatina, que no deja de tener importancia en el caudal de los manantiales; *en los yermos* la corriente superficial será mayor que en el período de la vegetacion activa por encontrar el suelo mas húmedo y endurecido y tener menos pérdidas por evaporacion directa; *en los campos* finalmente es de suponer disminuirá algo la corriente superficial relativamente á la del mencionado período, pues si bien la evaporacion del suelo disminuye, estará compensada por la de las hojas y tallos de sus plantas y estos entorpeciendo el curso y dividiéndola han de contribuir á la mayor filtracion, que, segun fácilmente se comprende, en igualdad de condiciones de permeabilidad y cantidad ha de ser proporcional al tiempo, que el agua se halla sobre la superficie ó lo que es igual ha de estar en razon inversa de la velocidad, que á su vez depende del volumen.

**Las lluvias de la tercera clase,** menos frecuentes, de ordinario, en éste que en el anterior período; *en los montes, en los yermos* y *en los campos* han de producir efectos análogos á las de la clase anterior, aunque es natural que sean mas exagerados como corresponde á su mayor cantidad en igual tiempo; es decir, que en los primeros aumentarán considerablemente la filtracion y en los segundos y terceros la corriente superficial y los perjuicios á ella consiguientes, que empe-

zarán por hacer en la montaña estériles los sudores del imprudente agricultor.

Hemos dicho (páginas 418 y 419) que el agua procedente de la nieve no se distribuye en la misma forma que la que lo es de la lluvia, ya que, al propio tiempo que aumenta la evaporacion y filtracion, de una manera notable en momentos dados y por una suerte de condensacion lo hace tambien con la corriente superficial, produciendo por este solo efecto torrentes é inundaciones desastrosas en las tierras descubiertas, y, como de nuestras anteriores consideraciones se desprende, así tendrá lugar *en los yermos y en los campos; en los montes*, como quiera que defienden la nieve acumulada de la accion directa del sol y de los vientos y elevan paulatinamente la temperatura del aire con ella en contacto, es indudable que se producirá la licuefaccion gradual, que digimos era beneficiosa, impidiendo la rápida tan nociva y el desprendimiento de las masas, como ya esplicamos en el artículo IV del segundo estudio, que con aquellos tendrán lugar; es decir, y no creemos necesario detenernos mas en su demostracion, que los montes en tal concepto tienen la influencia benéfica, que en la pág. 419 dejamos indicada, así como los yermos y los campos de la region forestal dan ocasion á la perniciosa de tan deplorables efectos.

Reasumiendo, pues, podemos decir que para una cantidad dada de agua, pero siempre algo considerable:

*en los montes aumenta la evaporacion con el tiempo, la filtracion en razon inversa de él y queda anulada la corriente superficial;*

*en los yermos y en los campos, si bien se verifica lo primero hasta cierto punto, la corriente superficial siempre considerable está en razon inversa del tiempo y por la evaporacion en un caso y por aquella en otro es, de ordinario, casi nula la filtracion; es decir que, así como los montes favorecen la evaporacion y los manantiales, que dan la vida, los yermos y los campos obran relativamente á la corriente superficial, á los torrentes é inundaciones que dan la muerte.*

Así indudablemente resulta de nuestras anteriores consideraciones ; pero como estas, sin mas prueba , tal vez no lleven el convencimiento al ánimo de todos nuestros lectores , no siendo posible, como ya hemos dicho , una demostracion analítica irreprochable habremos de justificar aquellas con la discusion de los hechos observados; entremos, pues, en este escabrosísimo terreno, que de él sacaremos datos bastantes para convencer al mas pertinaz de la justicia de nuestras anteriores consideraciones y consiguientemente la verdadera y muy importante influencia de los montes para todos quedará clara y evidente, muy especialmente si en cuenta se tiene que nuestros razonamientos se refieren á los montes altos en las condiciones, á que la ciencia puede y debe conducirlos y los resultados experimentales , que analizaremos , á otros que están muy lejos de reunir las que por muchos conceptos son de desear , como en el resúmen de esta primera parte tendremos ocasion de hacer patente.

Ya que repetidas veces hemos dicho que *son absurdos* los resultados obtenidos por M. Belgrand en las experiencias, que dedicó á *apreciar la regularidad y abundancia relativas de la corriente superficial* en los suelos forestales y en las tierras cultivadas , resultados por otra parte, que han dado fundamento á la equivocada opinion de nuestros ilustrados adversarios MM. Vaillant , Marié-Davy , Vallés y quizá algunos otros y siendo natural que nuestros benévolos lectores deseen ver resuelto el enigma , ver el velo descornado , creemos oportuno empezar por ellos esta parte de nuestro trabajo , que si largo y penoso ha de ser, no infructuoso en nuestro pobrisimo concepto , ya que con él solo harémos caer la venda , que cubre los ojos á muchos de nuestros adversarios y desvanecer la nube de dudas, que á otros no ha permitido hasta ahora ver claramente los fúlgidos resplandores , que siempre la verdad despide en su derredor.

No queremos incurrir, ni involuntariamente, en los defectos, que de otros hemos criticado y por lo tanto al pié de la letra

à continuacion consignamos la descripcion que M. Vallés hace (1) de tales experiencias y sus resultados y las combinaciones à que los sujeta, si bien nos permitiremos subrayar algunas espresiones y períodos para llamar sobre ellos la atencion: dice así:

»Este ingeniero eligió al efecto (de apreciar la regularidad y abundancia de la corriente superficial referida) dos cuencas *de la misma constitucion geológica, la primera completamente boscosa, la de la Grenetière; la segunda enteramente desnuda, la del Bouchat.* Estudió separadamente, y *para los mismos dias*, lo que sucedia en estas cuencas, y à fin de evitar toda confusion, à fin de precisar distintamente lo que corresponde à todas las estaciones y à todas las circunstancias, operó, no solamente en invierno y en estío, sino tambien en tiempo seco y en el de lluvia, en cada una de estas estaciones.

» En verano como en invierno, *en tiempo seco*, es decir, cuando no llueve, los rios y arroyos (*cours d'eau*) solo están alimentados por los manantiales; en estas circunstancias, véase lo que observó M. Belgrand:

»Durante 25 dias de invierno correspondientes à Diciembre de 1851, marzo y abril de 1852, el arroyo de la Grenetière tuvo un caudal (*débit*) de 8'13 litros por segundo y por kilómetro cuadrado de la superficie de su cuenca; el de Bouchat, durante los mismos 25 dias, dejó correr 8'31 litros: hay pues casi igualdad.

»Durante 12 dias *de verano*, en julio y setiembre, el arroyo de la Grenetière tuvo un caudal de 1'02 litros por segundo y por kilómetro cuadrado de superficie y el de Bouchat, durante los mismos 12 dias, tuvo un caudal de 0'83 litros.

»Hay pues, *en este caso*, un poco de inferioridad para la cuenca despoblada, pero no presenta nada de excesiva (2); en suma, puede decirse que en tiempo seco, cuando los arroyos están exclusivamente alimentados por los manantiales, hay casi igualdad en las corrientes.

(1) Obra citada páginas 151 à 155.

(2) El 24 por 100 de su caudal.

» *Cuando llueve*, los rios y arroyos continúan siendo alimentados por los manantiales ; pero estos no experimentan intumescencia en los primeros momentos; solo uno, dos ó tres dias despues de la lluvia y segun las estaciones, es cuando aumentan de caudal.—En el momento mismo de la lluvia lo que dá importancia al caudal de los rios y arroyos es sobre todo la corriente superficial. *Véanse los resultados obtenidos por M. Belgrand :*

» *En invierno, durante 29 dias de lluvia, que produjeron una capa de 106'4 milímetros de espesor, el arroyo de la Grenetière dió salida á 71'97 litros por segundo y por kilómetro cuadrado de superficie y el de Bouchat, durante los mismos 29 dias, que produjeron en esta localidad 480'9 milímetros de lluvia, dió salida á 53'79 litros tambien por segundo y kilómetro cuadrado.*

» Si restamos de cada uno de estos dos caudales los producidos en invierno y en tiempo seco por los manantiales, *podremos asignar á la corriente superficial los valores respectivos y muy probables de 63'84 litros para el arroyo de la Grenetière y de 45'48 para el de Bouchat.*

» Pero los 63'84 litros de la Grenetière han sido producidos por 106'4 milímetros de lluvia solamente, mientras que los 45'48 litros del Bouchat lo han sido por 180'9 milímetros. Reduciendo el todo á la unidad de 1 milímetro de lluvia, se encuentra 0'600 litros para la Grenetière y 0'252 litros para el Bouchat, es decir, que las corrientes superficiales, *en igualdad de todas las demás condiciones, están en la cuenca boscosa y en la despoblada en la relacion de 5 á 2.*

» En verano, durante 27 dias de lluvia, que produjeron una capa de agua de 149'9 milímetros de altura, el arroyo de la Grenetière dió salida á 9'36 litros por segundo y por kilómetro cuadrado de superficie y el de Bouchat, durante los mismos 27 dias, que produjeron 158'5 milímetros de lluvia, tuvo un caudal de 8'42 litros.

» Restando de estos caudales el producido por los manantia-

les en verano , y reduciendo despues el todo á la unidad de 1 milimetro de lluvia, *se halla que, en esta estacion, las corrientes superficiales en la cuenca boscosa y en el terreno despoblado están, en igualdad de las demás condiciones, en la relacion de 5 á 44.*

«Aquí, aunque todavía existe diferencia, es sensiblemente menor que en invierno; pero en esta última estacion, que es la de la grande amplificacion de las corrientes superficiales (1), aquella es enorme y justifica completamente nuestra manera de interpretar los fenómenos,» indudablemente y esa manera resulta tan poco digna de ser imitada por las personas imparciales y peritas, que pronto los que fueron sorprendidos la rechazarán con energía; bien es cierto que lo mismo hará nuestro ilustrado adversario, cuando en presencia de esta refutacion se le caiga la venda de los ojos, como esperamos suceda en breve.

Dice M. Vallés repetidas veces que, aparte de las condiciones del vuelo, *todas las demás son idénticas en las dos cuencas de la Grenetière y del Bouchat*; creyéndolo así nuestros ilustrados adversarios MM. Vaillant, Mariè-Davy y algun otro, que no vieron que de tales datos no resultan las ventajas reales, que M. Vallés á los terrenos desnudos atribuye, si con detenimiento se examinan y olvidando que si tales consecuencias fueran ciertas no sería posible explicar la benéfica influencia de los montes en los torrentes, que todos admiten, como claramente se deduce de lo que en los artículos II y IV del segundo estudio dejamos consignado, formáronse juicio inexacto de la que les corresponde en la distribucion de las aguas de lluvia, de que aquella es solo un corolario; así no es de estrañar, aunque sí sensible, que se muestren conformes con aque-

---

(1) En primavera y otoño y no en invierno es cuando aquella amplificacion, motivada por las lluvias tempestuosas ó por la rápida licuefacion de las nieves, tiene lugar mas comunmente produciendo los torrentes é inundaciones.

llas consecuencias malamente deducidas; no habría esto sucedido si hubieran conocido algo mejor los montes, porque, es seguro, que estrañándoles semejantes conclusiones, las hubieran mejor examinado encontrando sus defectos, *aun en el supuesto de que fueran ciertas las premisas*, como así lo hizo, hallándose en este caso, nuestro ilustrado y querido maestro y amigo el Sr. Bosch y Juliá en su ya referida memoria (página 142) demostrando que no eran aquellas aceptables. ¡Cuánto mejor lo hubiera hecho su lógica implacable á haber sabido *que las tales condiciones eran muy distintas, las experiencias muy poco fidedignas y absurdos por imposibles los resultados*, como vamos á demostrar!....

*Las condiciones de las cuencas de la Grenetiere y del Bouchat no son iguales y sí muy diferentes.*

Separados de los centros de instruccion y de las grandes bibliotecas, abandonados exclusivamente á nuestras escasísimas fuerzas y recursos muchas veces en la composicion de estos Estudios hemos echado de menos el consejo de personas competentes y libros que poder consultar, porque no tenemos, ni sería facil que en nuestra peregrinacion lleváramos el grandísimo número, que para analizar concienzudamente tan complejísimo problema y las opiniones parciales y contradictorias de los que de él se han ocupado, sería necesario examinar; así es que, á pesar de que cuando descubrimos el absurdo, de que luego hablarémos, entramos en deseos de examinar detenidamente los trabajos del ilustre M. Belgrand, no hemos podido aun satisfacerlos; esto no obstante tenemos ya de ellos suficientes noticias para poder demostrar la verdad, que encierran nuestras tres anteriores afirmaciones.

En efecto; en la *Revue des eaux et forêts* de 1866 encontramos inserto (pág. 65) un breve, pero muy razonado exámen de las condiciones de las cuencas de observacion, de que M. Belgrand se sirvió en el Morvan para fundar su equivocada opinion sobre la influencia de los montes en el régimen de las corrientes, debido á la pluma del jóven, ilustrado y muy

laborioso forestal francés M. D'Arbois de Jubainville, que al efecto hizo un estudio detenido de los *Annales des ponts et chaussées*, en que aquel (1) y otros trabajos de M. Belgrand aparecen insertos.

No se valió el último solo de la comparacion de los resultados por él observados en las dos cuencas referidas de la Grenetière y del Bouchat, sino que tambien comparó la primera á la del Cousin, de que, no obstante hacer de ella caso omiso M. Vallés, nos ocuparémos brevemente, ya que de sus condiciones y las justísimas y muy acertadas objeciones y razonamientos de M. D'Arbois se deduce que el observador adolecía algo de los defectos, que hemos criticado en su cólega M. Vallés, no obstante de haberse hasta ahora tenido sus trabajos por los mejores y mas fidedignos de su género, quizá porque no se han examinado con minuciosidad y entero conocimiento de las condiciones del lugar y resultados experimentales, en que los funda.

El arroyo de la **Grenetière**, está alimentado por una cuenca de vertientes *graníticas*, impermeables, enteramente poblada de monte (2) y de una extension de 2'5 kilómetros cuadrados.

El de **Cousin**, cuyo caudal regularizan los numerosos estanques del Morvan, segun M. Belgrand hacía constar en 1846 (3), lo está por otra de la misma formacion geológica, pero de extension de 336 kilómetros cuadrados, de los que una tercera parte solamente estaban poblados de monte.

De las experiencias practicadas *resultó idéntico el régimen de las corrientes* y como aquellas estaban muy diferentemente repobladas, dedujo M. Belgrand que era nula la influencia á los montes en tal concepto atribuida, sin tener presente, dice

---

(1) 1854, primer semestre, páginas 1 y siguientes.

(2) Segun M. Conte-Grandchamps, las especies que le forman son de hoja caduca.

(3) *Annales des ponts et chaussées*, 1846, segundo semestre, pág. 152.

muy oportunamente M. D'Arbois, que los estanques indicados regularizan el del 2.º y que siendo la cuenca de este *ciento treinta y cuatro veces* mayor que la del 1.º debiera por este solo hecho no sufrir los cambios rápidos, que en tal concepto corresponderian á la Grenetiére, como se infiere recordando que de las experiencias por el mismo M. Belgrand practicadas se deduce que la seccion de desagüe de los puentes disminuye por kilómetro cuadrado con el aumento de la superficie de la cuenca superior (1) y así mismo se desprende de la ley por él tambien establecida (2), *que la crecida torrencial de los rios de vertientes impermeables se compone no de la suma, sino solamente de la sucesion de la de sus afluentes, que pasarán unas despues de otras*, pues claro es y evidente que aquella identidad en condiciones tan contrarias al buen régimen de la Grenetiére no puede ser debida á otra cosa que á la *influencia de los montes* negada con tan poco fundamento.

Pero aun resulta mas desacertada la consecuencia deducida de la comparacion del régimen de la Grenetiére y del Bouchat, que M. Vallés elige como reducto inexpugnable, desde donde canta la victoria sin apercibirse de que al suelo ha de venir á impulso de la brisa mas pausada, ya que siendo de carton, no reúne ninguna condicion de estabilidad, como van á ver nuestros lectores.

El arroyo del **Bouchat** está alimentado por una cuenca de vertientes despobladas y de extension de 20'75 kilómetros cuadrados, *de los que 17'75 k. c. están ocupados por terrenos liásicos y supra-liásicos y 3 de terrenos oolíticos; pero « como sobre estos no corre nunca una gota de agua (3), M. Belgrand ha*

---

(1) Annales des ponts et chaussées, 1842, segundo semestre, nota.

(2) Id., id., id., 1852, enero y febrero, pág. 29.

(3) Indudablemente hay mucha exageracion en este supuesto como lo corrobora la muy respetable opinion de nuestro querido maestro señor Bosch y Juliá, memoria referida pág. 58 y otras, y así mismo se deduce de la desaparicion de manantiales con la despoblacion arbórea citada por el mismo M. D'Arbois (Revue des eaux et forêts-1866-pág. 5).

*creído deber despreciarlos, y en todos sus cálculos ha admitido que la superficie de la cuenca del Bouchat era solo de 17'75 k. c.» sin tener presente que siendo el caudal de agua de los arroyos, en tiempo seco, debido exclusivamente á los manantiales, que tanto favorecen las aguas que al interior de la tierra dejan pasar las rocas abundantes en grietas, hendiduras y oquedades, semejante supresion era absurda tratándose no solo del caudal máximo, sino tambien del mínimo y medio á los dos arroyos correspondiente; como lo es tambien comparar cuencas, que en la superficie presentan la relacion de 1 á mas de 7 produciendo necesariamente efectos desfavorables á la boscosa; en el terreno tambien notabilísimas diferencias en el suelo y en la roca sobre que descansa obrando en el mismo sentido y finalmente existiendo en el relieve no menores, ya que, segun el mismo M. Belgrand (1) en los valles graníticos del Morvan, las corrientes tienen una velocidad tres veces mayor que en los valles liásicos de las cercanías, porque los primeros ofrecen pendientes mucho mas rápidas, circunstancia que tanto influye en la irregularidad de aquellas; no obstante todo esto, al ver que en el régimen de los arroyos no resultaban grandes diferencias se atrevió M. Belgrand á negar la influencia benéfica de los montes, cuando esta se patentiza de una manera indudable con tal identidad, ya que solo puede esta ser de aquella consecuencia; pero aun se necesita mas valor todavia para asegurar, conociendo ó debiendo conocer tan notables diferencias, que eran, fuera del vuelo, iguales todas las condiciones de los arroyos Grenetière y Bouchat, como lo hace M. Vallés.*

*Las experiencias de M. Belgrand son muy poco fidedignas.*

Ya se deduce esto de una manera evidente al considerar las condiciones de las cuencas, en que tuvieron lugar y mas, si preciso fuere, se patentizaría al verle usar de términos medios, que tratándose de cuestiones semejantes no pueden menos de conducir al absurdo, siendo muy de estrañar que el ilustre

---

(1) Annales de ponts et chaussées-1846-segundo semestre, pág. 137.

M. Vaillant, que tan escrupuloso se mostró ante la Academia de ciencias de Paris al presentar los trabajos de los forestales ilustrados MM. Jeandel, Bellaud, y Cantegril, de que mas adelante nos ocuparémos, admita las consecuencias ilógicas de las experiencias de M. Belgrand deducidas; pero hay mas todavía, y es que éste se valió *para calcular la cantidad de agua llovida de un solo pluviómetro en cada cuenca* (1) lo que es inadmisibile tratándose de superficies tan considerables y accidentadas, siendo además probable que estuvieran los aparatos mal situados, porque no de otro modo se comprende, despues de lo que dejamos dicho en el artículo III anterior, que resultara tan notable diferencia á favor del colocado en la cuenca del Bouchat y esto hace presumir que en la Grenetiére se pondría debajo de los árboles sin mas precauciones, que las que en Fontainebleau tomó M. Vaillant obteniendo erróneos resultados, como en el artículo I dejamos demostrado; de suerte que los de M. Belgrand lo son tambien por todos conceptos (2) y sus preconizadas experiencias no inútiles, perniciosísimas al objeto á que las destinó y todo lo más podrán servir de base para algunas elucubraciones climatológicas á los aficionados á hablar de todo sin estudiar detenidamente nada.

*Los resultados obtenidos por M. Belgrand de sus experiencias son absurdos por imposibles.*

Fácilmente se deduce de lo antes expuesto que no deben ser exactos, ni por consiguiente admisibles los que inserta M. Vallés y dejamos trascritos, con referencia á los dos arroyos de la *Grenetiére y Bouchat en tiempo seco*; porque si en el 1.º llueve menos que en el 2.º, si evapora una cantidad enorme, como hemos dicho (págs. 252 y 268) supone M. Vaillant y admite M. Va-

---

(1) *Annales forestières*—1861—pág. 176—nota (1).

(1) Si M. Vallés hubiera explicado el procedimiento seguido y medios utilizados por M. Belgrand para medir el caudal de las corrientes y los datos, de que se sirvió para determinar los coeficientes establecidos, es casi seguro que se encontrarían defectos capitales patentizando el ningún valor de semejantes experiencias para el objeto á que se las destinó.

llés, y en él aumenta la corriente superficial, no se concibe cómo pueda ser igual el caudal de los manantiales en invierno y 24 p.  $\Sigma$  mayor en el verano; pero no es posible comprobar directamente el absurdo, ni grande interés en ello tenemos, ya que aunque ofreciera igualdad en las corrientes es clara y evidente la influencia benéfica en tal concepto de los montes, si en cuenta se tiene la que corresponde á la gran semejanza en las condiciones de las dos cuencas.

De las dos observaciones *en tiempo de lluvia*, la de verano se encuentra en el mismo caso que las anteriores y solo la de invierno ofrece diferencias, que M. Vallés con gran maestría ha hecho patentes fundando en ellas *esa*, á su modo de ver, *justificación completa de su opinion*; pues que para tal caso nos han suministrado suficientes datos podremos comprobar el absurdo, que ha de aniquilar tantas engañosas ilusiones; lo haremos de una manera tan sencilla y clara que muchos no comprenderán cómo han podido permanecer tanto tiempo en un error tan evidente.

Dice M. Vallés que, durante los 29 dias lluviosos de invierno, en la *Grenetière* se midieron por segundo y por kilómetro cuadrado 71'97 litros, de donde se deduce que en el plazo entero correrían,

$71'97 \text{ l.} \times 60'' \times 60' \times 24 \text{ h.} \times 29 \text{ d.} = 180328$  metros cúbicos de agua.

Si de este producto restamos el caudal correspondiente á los manantiales, es decir el que en los mismos dias correría en tiempo seco, es á saber,

$8'13 \text{ l.} \times 60'' \times 60' \times 24 \times 29 = 20370$  metros cúbicos  
*quedará para la corriente superficial 159,958 metros cúbicos; por kilómetro cuadrado de la cuenca.*

El agua llovida en el mismo tiempo comprendía una capa de 0'1064 metros, la que multiplicada por 1.000,000 metros cuadrados, que tiene el kilómetro cuadrado, *nos dá para la total caída 106,400 metros cúbicos; es decir, 52.558 metros cúbicos menos que la corriente superficial y 72.928 metros cúbicos me-*

nos que aquella sumada á la de los manantiales; esto sin contar la cantidad evaporada y absorbida por el suelo y por los árboles. ¿De dónde pues proceden estos sobrantes? ¿Cómo pueden comprenderse absurdos tan patentes?; solo suponiendo erróneos los resultados experimentales que dieron la corriente, los que indicaron la capa de agua llovida ó unos y otros, como creemos nosotros y tal vez nuestros lectores en vista de lo expuesto. Ahí tiene M. Vallés destruido para siempre el fundamento del que creía su reducto inexpugnable; ahí tienen M. Marié-Davy, M. Vaillant y otros pulverizada la piedra angular de sus creencias hidrológico-forestales (1); ahí tienen los aficionados á esos trabajos generales, entre los que por tan excelentes y fidedignos se han tenido los de M. Belgrand, una muestra de lo que pueden valer sus experiencias y términos medios; ¿necesitarémos, después de esto, entretenernos en combatir minuciosamente los erróneos conceptos y consecuencias por M. Vallés sobre estos particulares deducidas? No lo creemos, ni conveniente ocupar ahora en ello las páginas, que á otros materiales mas interesantes podemos dedicar y si solo consignarémos que es muy de estrañar que quien tanto empeño puso, al parecer, en descubrir la verdadera influencia de los montes haciendo para ello diferentes combinaciones y cálculos, no hiciera el sencillísimo anterior, que ha puesto de manifiesto el absurdo y así mismo que haya hecho caso omiso de los resultados experimentales obtenidos y consecuencias deducidas por sus cólegas MM. Conte-Grandchamps y Graëff, ya que siendo contrarias á

---

(1) Véase, para la del 1.º su ya referido artículo sobre *la evaporation del suelo y de las plantas y la influencia de los montes en el régimen de las aguas.* (Revue des eaux et forêts—1860—Página 295) y para la del 2.º su caria al ilustre M. Becquerel, en que al darle cuenta de los resultados de sus ya criticadas experiencias pluviométricas, se muestra en todo conforme con las ideas de M. Vallés (Revue des eaux et forêts.—1867.—Páginas 161 y siguientes). No creemos necesario detenernos á combatir tales opiniones mas circunstanciadamente por quedar completamente destruidos sus argumentos con lo que dejamos ya expuesto.

las de M. Belgrand y *posibles*, dignas son de tenerse en cuenta mas bien que esas *rebuscadas* generalidades sin valor alguno para el objeto á que las destina (1), que de los trabajos de otros ingenieros consigna M. Vallés no sabemos si con exactitud, para formar atmósfera favorable á sus ideas preconcebidas; veamos brevemente aquellos resultados y consecuencias, aunque no sea mas que para que nuestros ilustrados adversarios no continúen en la errónea creencia de suponer á la generalidad de los ingenieros no forestales conformes con las ideas inadmisibles de M. Vallés, siendo así que mas bien sucede lo contrario.

El 10 de enero de 1863, M. Conte-Grandchamps, entonces ingeniero jefe de caminos en Digne, dirigió al prefecto de los Bajos-Alpes una memoria sobre los canales de riego, que debieran ejecutarse tanto en la parte montañosa como en las regiones media é inferior de aquel departamento (2).

Abrazando en su generalidad todas las consideraciones de interés agrícola demostró claramente que el riego y la repoblacion de las montañas son dos operaciones solidarias, que

---

(1) En efecto, á nada conduce el hacer constar que, segun M. de Saint-Claire, las mejoras agrícolas del Eure hayan hecho menos frecuentes y temibles para el porvenir las crecidas de los ríos, mientras no se diga en qué consisten aquellas y en qué se fundan tales pronósticos; á nada tampoco que M. Pareto haya dicho que en la discusion del gran problema objeto de este libro ha habido muchas exageraciones y pocas pruebas, pues esto comprende á las dos partes contendientes y es muy extraño que M. Vallés no diga por cuales se decide aquél, ni finalmente, en vista de lo expuesto, tampoco M. Vallés puede poner en boca de M. Belgrand que en los montes sean mas intensas é irregulares las corrientes superficiales, que disminuyan la facultad absorbente del suelo y que reduzcan el caudal de los manantiales, pues hemos visto que respecto á las primeras dice solo que no las regularizan y lo último resulta desmentido de sus mismas experiencias, ya que *el caudal de los arroyos en tiempo seco* es igual ó mayor cuando proceden de la cuenca boscosa, no obstante sus desfavorables condiciones, que M. Vallés no hizo constar en su obra.

(2) Tomamos estos datos del extracto de dicha memoria, que el ilustrado M. De-Venel, sub-jefe en la Administracion central forestal de Francia, publicó en la *Revue des eaux et forêts*—1863—pág. 409.

prestándose mútuo apoyo producirán infaliblemente la regeneración de las montañas y un considerable aumento de valor en las llanuras al presente cultivadas; pues que las pendientes suaves esterilizadas por los abusos tradicionales del pastoreo con el riego darían abundantes recursos á la ganadería mientras se repueblan las montañas, que deban serlo, y hecho esto, aumentando en una proporción muy notable el caudal de los manantiales y arroyos podrá extenderse cada vez mas la irrigación; razón por la que M. Conte-Grandchamps, antes de proponer su plan general de canales y al objeto de evitar una objeción fundamental, se propuso demostrar previamente *la benéfica influencia de los montes en el caudal de los manantiales, es decir el permanente de los rios y arroyos.*

M. Conte-Grandchamps, que conocía los trabajos de MM. Belgrand y Vallés, pero seguramente no sus defectos capitales, hace observar que las experiencias del primero se referían á *montes de especies frondosas de la cuenca del Sena*, con altitud de menos de 600 metros y que su autor tuvo cuidado de manifestarlo en parte, así como que no intervenían ventisqueros en el caudal de los arroyos observados; *de suerte que*, según M. Belgrand, *aquellos resultados no servían para los montes poblados de árboles siempre verdes; reserva y condiciones que M. Vallés omitió no sabemos por qué, ni para qué:* veamos ahora como se espresa el autor de la notable memoria referida.

«La altitud de los terrenos, que se deben repoblar en los Bajos-Alpes, varía de 1.200 á 2.200 metros. La Durance, La Ubaye y el Verdon están alimentados por ventisqueros. Las especies adoptadas para la repoblación son de árboles de hoja persistente, tales como el alerce (1), el cedro, el pinabete etc. Las condiciones son por lo tanto aquí diferentes y las conse-

---

(1) Esta especie es la única de las resinosas que tiene hoja caduca y por lo mismo no está citada con oportunidad, al objeto que el autor de la memoria se propone.

cuencias, á que M. Belgrand ha sido conducido, no podrían aplicarse á los terrenos de los Bajos-Alpes (1).

»Por otra parte hemos hecho en el departamento del Loira durante tres años consecutivos experiencias, que tienden á establecer la influencia de los pinabetares sobre el caudal de los manantiales. Estas experiencias nos han demostrado *que en los terrenos graníticos situados próximamente á 1.000 metros de altitud, el caudal de los manantiales es dos veces mayor en los terrenos boscosos que en los despoblados y que la repoblacion, unida á los trabajos de toma de aguas, uede aumentar en 7 metros cúbicos por dia y por hectárea repoblada el caudal de los manantiales.* Hemos observado muchas veces en medio de las montañas de Pila, que las nieblas producen verdaderas lluvias en los pinabetares y apenas dejan rastro alguno de humedad sobre los terrenos despoblados (2).

»En fin, es sabido que los manantiales mas abundantes del Ubaye y del Verdon bajan de los montes y terrenos encespados.

»Este efecto se esplica fácilmente cuando se observan los fenómenos, que se producen en las montañas en la fusion de las nieves: sobre yerros se funde rápidamente en pocos dias; en los montes, al contrario, dura mucho mas tiempo y el agua, que de ella resulta, se infiltra poco á poco en el suelo y alimenta los manantiales (3).

»Una experiencia reciente corrobora nuestra opinion.

---

(1) Ni á ninguno como dejamos demostrado.

(2) La causa de esta diferencia se esplica perfectamente por las teorías desarrolladas en los arts. I y III de este estudio; este hecho comprueba además lo que hemos dicho anteriormente de que la mayor cantidad de agua en los montes recogida debe ser efecto no de la mayor intensidad sino del mayor número de lluvias.

(3) Así sucede en efecto, como ya dejamos dicho, pero no es la diferencia del caudal de aquellos solo debida á la fusion de las nieves, sino tambien á que en los montes es mayor la filtracion del agua llovida, como queda demostrado.

»En el valle de Furens (Loira) se ejecutaron en 1861 trabajos de toma de aguas (presas, minas etc. sin duda) para la alimentacion de las fuentes públicas de Saint-Etienne. Se midieron las aguas procedentes de los manantiales utilizados en los montes y praderas. Véase lo que M. Graëff, ingeniero jefe de caminos del departamento del Loira, nos escribe con tal motivo:

« El *Conduran*, que termina en la meseta de la República, » tiene en su canal de toma de aguas un caudal muy variable: *en verano*, ha bajado á 5 litros por segundo y con las lluvias accidentales se eleva hasta 30. Al contrario, el arroyo » del *Four*, que está completamente en los montes, tiene un » caudal poco variable, que se eleva de 40 á 70 litros por las » lluvias accidentales y desciende á 30 l. en verano. De suerte » que en el *Conduran* el caudal varia de 1 á 6, mientras que » en el arroyo del *Four* solo lo hace del simple al doble en las » mismas circunstancias. *Esto demuestra categóricamente la » excelente influencia de los montes (1).* »

» Para darnos cuenta de la influencia de la repoblacion de las montañas en el caudal de los manantiales de los Bajos-Alpes, continúa diciendo M. Conte-Grandchamps, hemos hecho medir el de los que provienen ya de montes, ya de terrenos despoblados en la cuenca del Ubaye. Véanse los resultados de las mediciones que se hicieron:

» Los manantiales de los terrenos boscosos y empradizados, cuya superficie es de 10.250 hectáreas, dejan correr por hectárea cada 24 horas. . . . . 21'686 ms. cubs.

» Los de los terrenos despoblados.. . . . 5'616 » »

» La diferencia. . . . . 16'070 ms. cubs.

representa el aumento de caudal, por hect. y por día, que producirá la repoblacion de las montañas.

---

(1) Este hecho justifica nuestra opinion y contradice de una manera completa las consecuencias por M. Vallés deducidas de las erróneas experiencias de M. Belgrand.

» Admitamos no obstante que este aumento se reduzca á 10 metros cúbicos por hectárea y por día.

» La superficie de los terrenos que deben repoblarse en los Bajos-Alpes es lo menos de 170.000 hectáreas. Cuando esto se haya hecho, los rios dejarán correr por día mas que al presente, 1.700,000 metros cúbicos ó por segundo. . . . . 19'670 ms. cubs.

» Si se añade el aumento que producirá la repoblacion de 100.000 hectáreas de los Altos-Alpes en la cuenca del Durance, ó sea por segundo. . . . . 11'680 » »

resultará que solo por la repoblacion se conseguirá en el caudal total un aumento de. . . . . 31'350 ms. cúbs.

» Pero no es esto solo : la consolidacion de las vertientes de la montaña se conseguirá por la repoblacion arbórea y por la herbácea ó empradecimiento. Pues bien, el último facilita igualmente la filtracion de las aguas pluviales en el suelo y alimenta los manantiales.

» Sin querer precisar ninguna cifra, admitirémos provisionalmente, hasta que á tal objeto se hayan hecho en los Bajos-Alpes experiencias directas, que el encespedamiento aumente 4 metros cúbicos por hectárea y por día el caudal de los manantiales procedentes de los terrenos empradizados. Será para las 80.000 hectáreas un aumento de 320.000 metros cúbicos por día ó por segundo 3'700 ms. cúbs.

» Podemos por lo tanto deducir de las precedentes consideraciones que la repoblacion arbórea y herbácea de las montañas en la cuenca del Durance aumentarán su caudal en el estiage por segundo, en 35 metros cúbicos al menos, á saber :

» Repoblacion arbórea en los Altos-Alpes 11'680 ms. cúbs.  
 Id. id. en los Bajos-Alpes. . . . . 19'670 » »  
 Encespedamiento en id. id. . . . . 3'700 » »

Total (1). . . . . 35'050 ms. cúbs.»

(1) En el artículo siguiente veremos que, segun Nadault de Buffon

El ilustrado M. Conte-Grandchamps continúa exponiendo que, según ya los hechos acreditan, la repoblación aludida no es imposible, como algunos pesimistas objetaban.

La importancia de estos datos y las consecuencias deducidas, enteramente conformes con las nuestras analíticas y sintéticas, no hay para que encarecerla, que bien evidente es, bajo el punto de vista de la comparación en la influencia hidrológica de los montes y la de los terrenos despoblados.

Con la precedente discusión y los hechos que después hemos de citar en corroboración de la benéfica influencia de los montes en los manantiales, los torrentes y las inundaciones, nuestros ilustrados lectores quedarían plenamente convencidos de la verdad de nuestras aseveraciones analíticas y por lo mismo de buen grado dejaríamos de molestarles con la explicación de otros hechos observados; pero han sido tan equivocadamente interpretados muchas veces los relativos á los lagos americanos y europeos, á las montañas metalíferas de Marmato y á ciertos ríos, que nos creemos obligados á discutirlos, para que nuestros ilustrados adversarios, que de ellos se utilizan para

---

cada hectárea de terreno regado exige, término medio, un litro por segundo; por lo tanto con este caudal de aguas podrán convertirse en terrenos de regadío lo menos 33,000 hectáreas, que suponiendo tengan cada una solo un aumento líquido de 25 pesetas en su renta, resultará solo por este concepto aumentada la de dicha cuenca en 875.000 pesetas y el capital que la produce, deducido al interés de 5 por 100, muy superior al de las tierras, en 17.500.000, y como aquella repoblación y encespedamiento no costaría mas de 30 millones, resultará que solo con este beneficio, que es uno de los menos notables, estaría recompensada mas de la mitad de los gastos y completamente con la economía en los de conservación de carreteras, que cada año deterioran los torrentes; de manera que la inmensa riqueza asegurada, la mayor creada sobre los terrenos hoy estériles, la que sería consiguiente á la abundancia de la fuerza motriz de las aguas convertidas de torrenciales en perennes y tantos y tantos otros beneficios representarían los líquidos de esa grande obra, que ya ha empezado á practicar el gobierno francés, aunque en pequeña escala.

oscurecer la verdad, no se imaginen siquiera que esquivamos la discusion por ser á nuestra causa desfavorable, nó; si no nos detenemos minuciosamente en ella, es porque nos falta espacio, que si así no fuera palabra por palabra examinaríamos sus argumentos deduciendo consecuencias poco lisonjeras para su amor propio, aunque siempre útiles para la ciencia.

Pues que por M. Bousingault fueron los primeros observados y en su obra mencionada (T. 2. págs. 730 y siguientes) los describe y discute, de ella los extractarémos haciendo constar la bondad de las consecuencias por él mismo deducidas, sin perjuicio de ocuparnos despues de la opinion con motivo de los mismos y otros hechos emitida por M. Becquerel y la crítica y consecuencias que en su vista deduce M. Vallés.

El ilustre M. Bousingault en las páginas antedichas, con que termina su escelente obra, se propone evidenciar *la influencia de los descuajes en la disminucion del caudal de los rios y arroyos* (cours d'eau): que hace referencia solamente al de las aguas *perennes*, *las que proceden de los manantiales y no al de las superficiales, momentáneas, torrenciales*, es indudable, pues no en otro caso podria comprenderse que dijera (página 731) que la disminucion observada en el caudal de los rios y arroyos no es, como de ordinario se cree, consecuencia inmediata y precisa de menor cantidad de lluvia anual, ya que habiéndose observado despues de los descuajes desaparicion de abundantes manantiales y aumento de aguas torrenciales, estas pueden compensar aquellas; sino que tal efecto es debido á una desigual distribucion del agua llovida, *á que los montes regularizan y ordenan la salida de las aguas* (pág. 732); preciso es tener esto en cuenta en la relacion siguiente, ya que sin esta advertencia, no se sabría muchas veces si á una ó á otra clase de corriente se refiere tan ilustre físico, que con sus vacilaciones y poca precision no ha contribuido poco á dificultar el problema, que se propone resolver; es á saber (página 730) si *«los grandes descuajes, los saneamientos de pantanos, tan influyentes en la reparticion del calor en las diferentes esta-*

*ciones del año, influyen tambien en las aguas vivas (1) que riegan una comarca, sea disminuyendo la cantidad de lluvia, sea permitiendo á las aguas pluviales una evaporacion mas rápida, cuando los montes han sido apeados y transformados en grandes cultivos.»*

Como se vé, en esta tésis falta un término esencialísimo, el de la diferente influencia de los montes y los campos en las corrientes superficiales y subterráneas y es tanto mas de extrañar este olvido, cuanto que, segun dejamos dicho, no lo ignoraba tan celebrado autor y era casi el objeto fundamental de su trabajo.

Esto, unido á la inconveniente predileccion que para resolver la cuestion mostró por los hechos observados en los lagos sin desagüe, que, segun veremos, son los menos apropósito al efecto, patentiza la preocupacion de que fué víctima, motivando el que no resolviera el problema de una manera conveniente, dejando en la duda á sus lectores.

*Lago Tacarigua ó de Valencia y otros.* (Páginas 735 y siguientes).

El valle de Aragua (Venezuela) situado á poca distancia de la costa, dotado de un suelo fertilísimo y muy accidentado, está limitado al N. por la cordillera del litoral, al S. por un sistema de montañas unidas á los llanos y al E. y O. por una série de colinas, que le cierran completamente; de manera que los rios, que nacen en su interior, *no teniendo salida al Océano forman por su reunion el bello lago de Tacarigua*, de 439 metros de altitud, 10 leguas de largo y 2 de ancho en la parte que más.

Cuando en 1800 Humboldt visitó este valle, encontró señales evidentes de la disminucion de sus aguas no solo con relacion á la época de la conquista, sino tambien al siglo último,

---

(1) Indudablemente estas no son otras que las perennes, las procedentes de los manantiales; pero no lo dice.

como fácilmente se comprobaba con las noticias por el historiador Oviedo suministradas y otras fehacientes ; tan notorio era el hecho , que nadie dudaba de él y solo habia discordia en la causa que le producía , atribuyéndola algunos á que por temblores de tierra se hubieran abierto vias interiores que ponian el agua del lago en comunicacion con el mar ; pero el ilustre Humboldt despues de un detenido reconocimiento y de cerciorarse *de que en el medio siglo anterior se habian descujado muchos montes en el valle* para extender los cultivos del índigo , de la caña , del algodón y del cacao , sintetizó su opinion sobre la causa, que producía el hecho observado, en esta célebre sentencia :

*«Apeando los árboles , que cubren la cima y el flanco de las montañas , los hombres , en todos los climas , preparan á las generaciones venideras dos calamidades á la vez: escasez de combustible y falta de agua»* (1).

Con estas palabras seguramente se llamó la atencion sobre la causa primordial del hecho; pero nada en ella se dice preciso y claro de como aquella obrara para producir el efecto y hasta inconveniente encontramos unir en tan breves palabras los varios que el desmonte produce, equiparando en cierto modo los observados en los lagos con los que se presentan en los rios y arroyos , pues ha dado motivo á que se confundan sus causas próximas, cuando son á no dudarlo muy diferentes: los problemas complejos no pueden resolverse así.

«Veinte y dos años mas tarde, dice el ilustre M. Bousingault (pág. 737), exploraba á mi vez el valle de Aragua. Había fijado mi residencia en el pueblo de Maracay. Muchos años antes los habitantes habian observado que las aguas del lago no solo no disminuían ya , sino que por el contrario experimentaban un aumento sensible. Los terrenos antes ocupados con plantaciones estaban sumergidos. Las islas de las Nuevas Aparecidas,

---

(1) Bousingault. E. r. t. 2.º p. 737—Humboldt.—T. V.—p. 173.

salidas de las aguas en 1796 , se habian de nuevo convertido en altos fondos peligrosos á la navegacion. La lengua de tierra de la Cabrera, al N. del Valle, tenia tan poca anchura que la mas insignificante crecida del lago la inundaba totalmente. Un viento sostenido del N. O. bastaba para cubrir de agua la carretera de Maracay á Nueva-Valencia. Los temores que los ribriegos tuvieron durante tanto tiempo habian cambiado de naturaleza; *no se temia ya la desecacion completa del lago, sino que se preguntaba si las invasiones sucesivas de las aguas continuarian todavia mucho tiempo apoderándose de las propiedades; los que habian explicado la disminucion del lago imaginando canales subterráneos se habian apresurado á tapparlos para dar razon del alzamiento.*»

La causa , sin embargo , la encuentra el autor de este verídico relato , en que durante aquel tiempo la guerra mas sangrienta habia extendido sus horrores en aquel pacífico valle reduciendo considerablemente su poblacion , haciendo que se abandonara el cultivo de vastos terrenos en un siglo tomados á los montes, que con su gran fuerza de invasion en los trópicos pronto de ellos se apoderaron y dejando además que corrieran por sus vias naturales las aguas , que en el riego se consumían; así es que reasume estos hechos diciendo, *que con el descuaje de los montes , con los grandes cultivos* ( regables se entiende) establecidos, el nivel de las aguas del lago bajó y volvió á subir cuando los montes reconquistaron su antiguo territorio.

Continúa describiendo detalladamente hechos análogos observados por él en los lagos de las cordilleras como los de Ubaté y Fuquené situados en el mismo valle y que en tiempo del obispo Piedrahita formaban uno solo , observándose en el segundo que desde que cesó el descuaje de los montes la desecacion era sumamente lenta ; la no variacion del nivel de los lagos, en que se habian respetado los montes, como el muy curioso de Tota , próximo y de iguales condiciones geológicas que el anterior , el lago de San Pablo ó Chilcapan entre Quito é Ibarra y otros.

Dice (pág. 748) que del estudio de los lagos del Asia se deduciría probablemente, como él lo ha hecho de los de América, « *que las aguas corrientes (perennes) de una comarca disminuyen á medida que se ejecutan desmontes, que se extiende el cultivo* » y que « *atravesando la estepa de Baraba, para ir de Tobolsck á Baraoul, M. de Humboldt comprobó que por todas partes la desecación aumenta rápidamente por el cultivo.* »

Los mismos efectos, dice con referencia al ilustre Saussure, se observan en los lagos de Suiza, pues los de Neuchatel, Biene y Morat antes formaban uno solo; el de Génova disminuye gradualmente desde hace muchos siglos su caudal, no solo por el canal de desagüe, sino porque lo hacen tambien los arroyos sus tributarios, es decir las aguas corrientes, y como en este tiempo se han hecho muchos descuages y mejorado los cultivos, deduce de todos estos hechos que « *en las comarcas en que se han verificado grandes descuages ha habido muy probablemente disminucion en las aguas vivas, que corren por la superficie del terreno. Los montes tendrán, pues, por efecto conservar el volumen de las aguas, oponiéndose á que se reunan y corran con excesiva rapidex (1) y poniendo obstáculos á la evaporacion.* » (Pág. 751.)

Comprueba lo último con la humedad que presentan los caminos en los montes y fuera de ellos y propónese inmediatamente despues resolver la cuestion de si la disminucion de aguas (2), que se observa con los descuages y cultivos, es debida á menor cantidad de lluvia, á una evaporacion mas activa ó bien á los riegos (3); en cuanto á los últimos dice que deben

---

(1) Como se vé esta conclusion se refiere á la influencia en la distribucion del agua de lluvia, que se olvidó de incluir en la tesis primera.

(2) No se comprende este proceder, cuando el autor no debía ignorar los tres factores esenciales de la evaporacion en los montes, de que en el artículo I de este estudio nos hemos ocupado; solo se puede esplicar por su lamentable preocupacion ó mejor aun por causas accidentales, que le obligaran á terminar su obra apresurada y descuidadamente, pues en la conclusion se observa un verdadero corte.

(3) Sigue la preocupacion á causa de no acordarse mas que de los la-

*influir si se descuajan yermos , pero no si se hace en montes*, pues la cantidad de agua consumida por la vejetacion en estos, si no es mayor , debe ser por lo menos igual á la consumida por las plantas cultivadas; de manera que en este caso la diferencia, si la hay , estará en la evaporacion del suelo (1).

Recuerda que al hablar de los lagos de Venezuela etc. , ha dicho que la desaparicion de una parte de las aguas tributarias de los *mismos podía atribuirse á menor cantidad de lluvia*; pero dice que con igual fundamento pudiera hacerse depender de una evaporacion mas activa, ya que hay casos en que evidentemente así sucede en su concepto y en corroboracion cita la desaparicion con el desmonte y reaparicion con la repoblacion del terreno de un manantial en la isla de la Ascension , que no sabemos como ha podido atribuir á tal causa , cuando es indudable que debe ser debido principalmente á la desigual reparticion del agua llovida , es decir á la mayor filtracion, origen de aquellos , con los montes y á su anulacion compensada con la corriente superficial en los yermos y en los campos, segun dejamos demostrado; ni se comprende como pueda pensarlo así, despues de haber dicho que los montese vaporan tanto ó mas que los terrenos regados y estos no sucedieron á aquellos en dicha isla.

Dejando irresoluta y embrollada esta parte de su tésis trata

---

gos, para los cuales son efectivamente estos los puntos discutibles y no el efecto de las corrientes subterráneas y superficiales, que como veremos despues, son las que principalmente producen el observado en los ríos y arroyos.

(1) Nada puede decirse sobre este particular en absoluto ; pero si se atiende á la preparacion que, de ordinario, se dá á la tierra para recibir el riego ya en su composicion ya en sus accidentes topográficos y se tienen en cuenta las frecuentes labores y la periodicidad de las lluvias en el valle de Aragua, es casi indudable que allí tales tierras deben evaporar algo mas que los montes , sin que esto contradiga nuestras anteriores deducciones, porque ni nos referiamos, ni podíamos referirnos á condiciones tan anormales bajo el concepto de la influencia de unos y otros en la region forestal de la Europa.

de ver si el descenso del nivel de los lagos puede atribuirse á menor cantidad de lluvia y al efecto describe y discute el hecho observado en Marmato en los términos siguientes : (Página 754.)

«La montaña metalífera de Marmato, dice, está situada en el Popayan *en medio de los montes*. El arroyo, sobre que se hallan los bocartes, *está formado por la reunion de muchos arroyuelos, que nacen en la meseta de San Jorge*.

»En 1826, cuando visité estas minas por vez primera, Marmato se reducía á algunas miserables cabañas habitadas por negros esclavos. En 1830, esta localidad ofrecia el mas animado aspecto; se veían allí grandes talleres, una fundicion de oro, máquinas para triturar y amalgamar el mineral. Una poblacion libre de cerca de 3.000 habitantes *estaba escalonada sobre la pendiente de la montaña*. Es decir que *se habian hecho cortas importantes ya para la construccion de las máquinas y de las habitaciones, ya para la fabricacion del carbon*. Al objeto de facilitar el transporte *habianse hecho tales cortas en la meseta de San Jorge*. Apenas habian trascurrido dos años desde que aquellas empezaran, cuando se apercibió *que el volumen de agua, de que se dispone (1) para las máquinas, habia disminuido notablemente (a)*. La cuestion era grave, pues en Marmato una disminucion en la cantidad *de aguas motrices* será siempre seguida de una disminucion en el producto del oro.

»No es de ningun modo probable que descuages locales y tan limitados hayan podido influir bastante sobre el estado metereológico de la atmósfera *para hacer variar la cantidad anual de lluvia*. Hay mas, en Marmato *inmediatamente despues*

---

(1) Nótese que el autor usa del presente y no del pretérito imperfecto y esto sin duda lo hace para definir la clase de aguas á que se refiere, las constantes, las perennes, las procedentes de los manantiales, que son las que se utilizaban y utilizan como fuerza motriz en todas partes.

(a) Una exacta medicion hecha en diferentes épocas probó la disminucion *de las aguas motrices*.

que se comprobó la disminucion de las aguas se apresuraron à establecer un pluviómetro. En el curso del *segundo año de observacion*, se midió una cantidad de lluvia mayor que la recogida durante el primer año, *aunque los descuages habian continuado* y sin que se observara un aumento apreciable en las aguas motrices.

»Sin duda las observaciones udométricas de dos años son insuficientes, aun bajo los trópicos, para indicar una variacion definitiva en la cantidad de lluvia; *pero aseveran siempre que la cantidad de agua corriente (1) ha disminuido, aunque se haya medido mayor lluvia*. Es, pues, verosímil que los desmontes locales, muy poco extensos, *son capaces de atenuar y hasta hacer desaparecer los manantiales y los arroyos*, sin que este efecto pueda atribuirse á una menor cantidad de agua llovida.»

Continúa diciendo que se carece de datos bastantes para apreciar si los grandes descuages *disminuirán la cantidad de agua llovida* y emite su presuncion ó sospecha en estos términos: «**Para mi es indudable que un descuage muy extenso debe disminuir la cantidad anual de lluvia, que cae en una comarca.**» (Pág. 756) (2).

Clara y evidentemente se deduce de este hecho que M. Bousingault creia, que los descuages *poco extensos* influyen en la distribucion del agua llovida aumentando la filtracion; que dudaba si lo hacian en la cantidad de lluvia, lo cual en efecto sucederá ó nó, pues depende esto de su situacion y nunca puede deducirse la verdadera influencia de dos años consecutivos de observacion y finalmente que, aunque no lo conceptuaba suficientemente comprobado, creia que los grandes descuages disminuyen la cantidad de lluvia; estas creencias conformes con nuestras teorías son, en vista de estas, fácilmente

---

(1) Es claro que se refiere á la perenne y no á la torrencial.

(2) No podía pensar otra cosa el autor de los párrafos notables, que dejamos insertos. (Págs. 338 y 339).

comprensibles , pero un tanto expuestas á errónea interpretación desconociendo aquellas y uniéndose este hecho al de los lagos, como lo hizo dando ocasion á que otros se ofuscaran y embrollaran la cuestion, ya que la causa y efecto en estas dos clases de hechos son muy diferentes , como en todo caso debió advertirse.

El ilustre M. Bousingault no resolvió realmente el problema que se propuso ; dejó pendiente la cuestion espresando su vacilante opinion en estas poco precisas conclusiones , con que termina su obra :

«Los hechos que he expuesto parecen establecer :

»1.º Que los grandes descuages disminuyen la cantidad de *aguas vivas*, que corren en la superficie de un pais.

»2.º Que es imposible decir si esta disminucion es debida á una menor cantidad anual de lluvia, á una mayor evaporacion de las aguas pluviales ó á estos dos efectos combinados.

»3.º Que la cantidad de *aguas vivas* no parece haber variado en las comarcas, que no han sufrido ningun cambio en su cultivo.

»4.º Que independientemente de la conservacion de las *aguas vivas* y poniendo obstáculos á la evaporacion , *los montes ordenan y regularizan la corriente de las aguas* (l'écoulement).

»5.º Que el cultivo establecido en un país árido y no cubierto de montes disipa una parte de las aguas corrientes.

»6.º Que por desmontes puramente locales pueden desaparecer los manantiales, sin que pueda deducirse que la cantidad anual de lluvia haya disminuido.

»7.º Que fundándose en hechos meteorológicos recogidos en las regiones equinociales , hay motivo para presumir que los descuages disminuyen la cantidad anual de lluvia.»

Por este fiel extracto de las últimas páginas de la excelente obra de M. Bousingault habrán comprendido seguramente nuestros lectores , que si en la descripcion de los hechos estuvo correcto y claro , no tanto en la apreciacion de las causas,

que produjeron los efectos en cada uno observados y lamentablemente desgraciado en su combinacion para descubrir la verdadera *influencia de los descuages en la disminucion de los rios y arroyos* (*cours d'eau*), que le sirve de epigrafe, mostrando en la discusion y hasta en el uso de ciertas palabras tan poca seguridad y confusion tal, que si no se le supusiera preocupado y tal vez entorpecido en su obra por causas accidentales, habria que partir del principio de que no habia comprendido la cuestion, que se propuso resolver, y que dejó, tal vez, mas embrollada de lo que antes lo estaba; digamos algunas palabras en comprobacion de esto, y así mismo expliquemos brevemente á que causa eran debidos los efectos observados, para que no se crea que sin fundamento bastante nos atrevemos á calificar á tan ilustre escritor, y que además con sus dudas se combatan nuestras anteriores consideraciones analíticas.

Conociendo M. Bousingault que el efecto observado en Marmato no procedía de una menor cantidad de agua llovida, ni de mayor evaporacion, pues que á los montes no sucedieron *tierras regadas* y en aquellos, segun él, seria por lo menos igual que en estas, y haciendo además constar que despues de los descuages desaparecen los manantiales y disminuyen las que llama *aguas vivas*, que constituyen el caudal de los rios y arroyos, si bien esta disminucion puede ser compensada con la corriente *torrencial*, que se ha observado aumenta despues de los descuages, no puede lógicamente deducirse que ignorase que el agua llovida se divide en una parte que se evapora, otra que se filtra y otra que por la superficie corre, como dejamos explicado, ni la influencia en cada una de los montes, los yermos y los campos.

¿Cómo, pues, mas que atribuyéndolo á una lamentable preocupacion, pueden explicarse sus vacilaciones y falta de lógica en el razonamiento y en las consecuencias y que ya en su tesis omitiera la parte mas esencial para resolver la cuestion en general, como lo es la diferencia en la corriente superficial y

subterránea? ¿Cómo si no puede comprenderse que despues de dar á la evaporacion de los montes tanta importancia, atribuyera la desaparicion del manantial de la isla de la Ascension á aumento de aquella con el descuaje, cuando los terrenos no se convirtieron en tierras regadas? ¿Cómo puede concebirse en otro caso que eligiera para resolver el problema, que encierra el epigrafe del apartado (§. 4.) de su obra, que á esto dedica, el nivel de los lagos sin desagüe sabiendo que por sus condiciones orográficas y geológicas, afluan á ellos las corrientes superficiales y subterráneas con los montes y sin ellos y que por lo tanto no podia resolverse la cuestion de la influencia, que tuvieran en estos importantísimos divisores de la cantidad de agua llovida y que á tal efecto no utilizara el caso patente de Marmato haciéndolo sin embargo sin resultado ni consecuencia para ver si llueve mas ó menos despues del descuaje?

Para nosotros es indudable que todos los defectos apuntados son debidos no á ignorancia sino á una preocupacion lamentable ó mejor aun á causas accidentales, como dejamos dicho, y así lo creerá cualquiera que con detenimiento lea las páginas de su obra mencionadas.

Despues de lo anteriormente expuesto se comprenden fácilmente las causas diversas, que produjeron los hechos referidos.

A los lagos sin desagüe afluyen, como dejamos apuntado, las corrientes superficiales y las subterráneas, porque quebradas las capas del terreno por encima ó en el fondo del valle, las últimas han de contribuir con todo su caudal al del lago, lo mismo que las primeras que á él van por el exterior seguramente en menos tiempo; no habrá, pues, diferencia sensible en el nivel del lago, aunque una ú otra corriente aumente con los montes; su suma es una constante que no puede en este caso indicarnos la causa de la diferencia observada y sin duda por creerlo así el ilustre M. Bousingault, preocupado con estos hechos á que daba una importancia exagerada, no incluyó en su tésis la discusion correspondiente á esta importantísima influencia de los montes para otros muchos casos.

Si el descenso en el nivel de los lagos no depende de tales corrientes, será indudablemente debido, como decia M. Bousingault, á mayor evaporacion ó á menor lluvia con el descuaje.

No es posible decir si en la primera habría aumento, pues para ello sería necesario conocer detalladamente la topografía, condiciones geognósticas del terreno, y la extension de la parte regada, ya que de ellos depende su cantidad; pero de todos modos la evaporacion antes y despues, cuando no fuera igual ó menor, sería poco diferente; aun suponiendo que esta accion fuera algo mayor, tal vez no sería temerario considerarla en gran parte compensada con la disminucion que experimentó la superficie evaporante del lago; de manera que no queda otro medio, para darse razon del descenso de nivel observado, que atribuirlo á la menor cantidad de agua llovida y así en efecto debió suceder, porque los vientos del mar ya no encontraban allí el *condensador forestal*, permítasenos esta frase; porque la corriente ascensional de los vapores en el valle producida por la radiación solar se elevaría mas por su mayor temperatura; porque, en una palabra, habian desaparecido varias de las causas originarias de la lluvia, que minuciosamente dejamos esplicadas en el artículo III del presente estudio.

¿ Se opone á esto el hecho que se cita? nó; porque ni Marmato reúne las mismas condiciones geográficas y topográficas, ni se hace constar si antes del descuaje llovia mas ó menos que despues y sí solo durante él la observacion de dos años consecutivos de ningun valor, segun el mismo M. Bousingault dice, para justificar aquel extremo, aunque le tiene grande para demostrar que con el descuaje disminuye la filtracion y consiguientemente aumenta la corriente superficial, como dejamos demostrado; que no es lo mismo considerar las observaciones pluviométricas bajo el concepto de la influencia en la lluvia característica, que en el de la distribucion del agua que producen, si bien para este caso es mejor que considerar la suma de muchas, la importancia de cada una, su frecuencia etc., como ya hemos dicho tambien.

Nuestras aseveraciones no son tan absolutas que de ellas pueda deducirse que todos los años despues del descuage ha de llover menos que todos los años antes de él; pues es sabido que la lluvia depende de muchas condiciones variables; si solo aseguramos, y creemos dejar plenamente justificado, que, en igualdad de las demás condiciones, debe llover mas en los montes que en los campos muy especialmente ( en Europa ) en la época de su vegetacion activa; téngase, pues, presente esto y no se nos tache de exagerados y absolutos, como lo hemos hecho de otros, que por no conocer quizá la complejidad del problema han tratado de resolverle de plano despreciando la variabilidad de muchos de los datos.

No creemos necesario detenernos mas en esta discusion y solo recomendamos á nuestros lectores mediten las conclusiones por M. Bousingault deducidas, y que dejamos insertas ( pág. 452 ), porque si no son, como á primera vista parecen, contradictorias, justifican al menos la preocupacion de que fué víctima.

El ilustre M. Becquerel en su *Physique terrestre*, etc. (páginas 197 y siguientes) adoptó completamente los hechos y conclusiones del anterior sin mas que añadir los resultados observados en París, Milan y la Rochela, de que ya nos hemos ocupado (pág. 372), para demostrar que en la esplicacion del hecho observado en el lago Tacarigua no podia admitirse la disminucion de la lluvia; pero lo hizo en verdad con poca fortuna contribuyendo á embrollar mas la resolucion del problema, que está precisamente en la variacion, á que se oponia con tan poco fundamento por no haber comprendido sin duda que en los de muchas variables no pueden conseguirse resultados ciertos sin examinar la exactitud del valor, que en cada caso les corresponde.

No mas acertado estuvo en 1853 en su citada obra « Des Climats etc. » (páginas 306 y siguientes), porque si bien hace constar que Choiseul-Gouffier encontró seco el rio Scamandra, que en tiempo de Plinio era todavía navegable y atribuye tal

efecto á la completa desaparicion de los cedros, que cubrian el monte Ida, en donde nacia aquel, hecho que demuestra la influencia de los montes en las corrientes superficial y subterránea, si bien á la tésis de M. Bousingault y á su segunda conclusion añade que el efecto podia ser debido á *una nueva reparticion de las aguas pluviales*, nada en definitiva esplica y resuelve.

En su memoria de 1865 (pág. 112 y siguientes) aunque continuó reuniendo hechos, sí tambien en las mismas dudas y vacilaciones, habiendo tenido la desgracia de describir equivocadamente algunos de aquellos como el relativo á las variaciones del Eufrates, de que con sagacidad se aprovecha M. Vallés para comprobar sus erróneas teorías; lástima que á su vez estuviera con ellas preocupado, pues de no ser así hubiera encontrado sin esfuerzo la causa del hecho observado, dando una severa leccion á sus contrarios y á nosotros ocasion de elogiar su talento, su competencia y su imparcialidad; pero, aunque con esta lo haremos en la parte que estuvo acertado, no podemos menos que combatir las consecuencias, que dedujo, incurriendo en mas graves defectos que aquellos, como vamos á ver.

En las páginas 125 y siguientes de su citada obra de 1865 (1), se propone hacer aplicacion de sus teorías sobre hidrología forestal, que en el estudio segundo y en el presente hemos combatido, á los fenómenos naturales, es decir comprobar aquellas con estos.

Empieza por describir, tomándolo de la primera obra de M. Becquerel, el hecho observado en el lago Tacarigua y dice (pág. 127):

«Qué prueban estos hechos? segun M. Becquerel.

»Se vé por esto, se limita á decir, la influencia que ejercen

---

(1) De l'allénation des forêts aux points de vue gubernal, financier, climatologique et hidrologique.

»los montes (boisage) en la cantidad de agua, que corre ó que permanece en un país.»

Esto sin embargo no es exacto; esta no era la consecuencia deducida, era solo sí el resúmen del hecho; ya que aquella bien ó mal espresada consta en las conclusiones, que M. Becquerel tomó de M. Bousingault, como dejamos dicho; por lo mismo ni M. Vallés podia decir que aquel no espresara otra cosa, ni le dió motivo á creer que tenia una opinion conforme con la suya á no ser que tenga la costumbre (y esto nos parece que sucede) de leer algunos párrafos para deducir el contenido de un libro: M. Vallés confiesa su ligereza de una manera evidente.

Olvidando sin duda que M. Becquerel en su primera obra no habia hecho mas que adoptar las observaciones, razonamientos y consecuencias de M. Bousingault, echa en cara al primero y no al segundo que desconociera entonces (1847) la teoría de la filtracion, que supone debida á sus colegas MM. Dausse y Belgrand, fundándose en que aquél se proponía solo examinar si los efectos observados en los lagos procedian *de menor cantidad de agua llovida ó de mayor evaporacion* haciendo caso omiso de la corriente superficial y subterránea y lejos de comprender la causa verdadera de esta omision, que dejamos explicada, se revuelve contra su adversario para razonar de esta suerte.

Si la absorcion (1) no debe tenerse en cuenta, si la lluvia es mayor despues que antes del descuage, no quedan otras variables que la evaporacion y la corriente superficial y pues que todo el mundo sabe que es menor la primera en los montes, no queda otro medio para esplicar la alimentacion del lago que atribuirla á la mayor corriente superficial; cree verlo así corroborado al considerar que M. Becquerel habla del agua *que corre en un país*, de manera que no es de extrañar, segun

---

(1) Sin duda quiere decir filtracion, lo que no es lo mismo.

él, que en su obra de 1856 (1) le creyera de su misma opinion, que despues ha visto es contraria.

Nuestro ilustrado adversario tiene en parte razon y sobrada para echar en cara al ilustre M. Becquerel, que en este caso es lo mismo que hacerlo á M. Bousingault, su falta de resolucion y de lógica, porque sobre todo debieron tener presente, antes de imprimir tan poco meditados materiales, que hay espíritus ligeros, que no leen ni lo que está escrito y adversarios tan poco escrupulosos, que utilizan en defensa de sus ideas los menores descuidos olvidando que en lides semejantes no se disputa el talento y la habilidad de cada uno, sino que se debe llevar el noble y fecundo propósito de descubrir la verdad en beneficio de la ciencia, en provecho de la humanidad.

Examinemos ahora brevemente la argumentacion de M. Vallés, verdadero *enfant terrible* en la cuestion de la influencia de los montes.

M. Bousingault ni M. Becquerel no han dicho que fuera igual la filtracion antes que despues del descuaje; que creian lo contrario se espresa bien claro en las conclusiones 4.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup> del primero, que adopta completamente el segundo y dejamos insertas (pág. 452); si uno y otro (2), al hablar de los lagos, dejaron de hacerlo de la corriente superficial y la subterránea, corolario inmediato de la filtracion, fué, segun dejamos dicho, sin duda porque tuvieron presente que la suma de sus caudales contribuía siempre al del lago; por lo tanto si de una se hace caso omiso, se ha de hacer tambien de la otra; obrar co-

(1) *Études sur les inondations etc.* Para apreciar todo el valor de estas disculpas debe tenerse presente que la segunda obra de M. Becquerel, en que hacia ya mencion de la *filtracion*, no en verdad oportunamente, se publicó en 1853, es decir tres años antes que aquella; sin duda M. Vallés no la conocería entonces, aunque es un poco estraño ya que habiendo llamado bastante la atencion en Francia y ocupándose M. Vallés del objeto esencial de aquel libro, parece regular que le adquiriera desde luego.

(2) El último obró así en 1847 y no en 1853 y 1865.

mo lo hace M. Vallés prueba una ligereza inconcebible, ó muy poca competencia ó un deseo de confundir al público por medios ilícitos en toda discusion científica: de manera que en tal supuesto se hace imposible la consecuencia por él deducida en contra de los montes.

Tampoco han dicho los referidos autores *que despues del descuaje llueva mas* y, aunque citan con poca oportunidad algunos hechos, que no se han sabido explicar, bien claramente se ven sus dudas, no su afirmacion, en la conclusion segunda relativamente á los pequeños descuages y en la sétima su fundada *creencia* de que con los extensos disminuye la cantidad de aguas llovidas ; por lo tanto es tambien infundado el otro supuesto de M. Vallés.

Que la evaporacion en los montes es siempre mayor que en los yerros é igual por lo menos que en los mejores campos lo dicen claramente los sabios referidos , si bien razonan mal sobre ella en alguna ocasion, como hemos demostrado al extraer su procedimiento y si M. Vallés confunde aquella funcion compleja con la directa del suelo , que es solo una parte integrante de la misma, peor para él, pues descubre su incompetencia ; de manera que este su tercer supuesto es tambien erróneo, como fácilmente lo comprenderán nuestros lectores recordando cuanto hemos dicho sobre ello en el artículo I del presente estudio.

¿Qué queda pues del fantástico razonamiento de nuestro ilustrado adversario? Una prueba evidente de la justicia con que hemos criticado á sus competidores y otra de la ligereza, por lo menos, con que aquel ha procedido , corroborándolo la razon que saca para disculpar la que habia cometido en 1856 con las palabras *agua que corre en un país* usadas por aquellos, pues bien claramente se deduce y hemos demostrado ya que no se referian ni podian referirse á *la superficial, á la torrencial, sino á la que alimenta á los manantiales, al caudal constante de los rios y arroyos, que procede de la filtracion.*

Veamos ahora como nuestro ilustrado adversario explica el

efecto observado en el lago referido (pág. 130 y siguientes).

Este se alimenta de la corriente superficial, que es algunas veces muy grande después de la lluvia (1) y de los manantiales cuando aparecen á una altitud superior á la del lago (2); aunque respecto al caudal de los últimos pudiera haber alguna duda, supone que íntegramente contribuyan al del lago y dice, que, siendo así, este se alimentaría del total de la corriente superficial y de la subterránea, » *es decir finalmente por la totalidad de las aguas de lluvia* (3).

«Pues, cualquiera que sea la proporción, dice, que se quiera admitir entre las aguas superficiales y las infiltradas, según que los terrenos sean ó no boscosos, será preciso suponer siempre que su suma sea igual á la de la lluvia. Entonces no es posible comprender como habría aumento en una circunstancia y disminución en la otra; pues que, en cada caso, el lago recibiría el todo: las variaciones de nivel observadas después de tres siglos con todas sus alternativas serían, pues, inexplicables; la constancia de este nivel es al contrario la consecuencia necesaria de la hipótesis admitida.»

Olvidase nuestro ilustrado adversario completamente de la evaporación mediata é inmediata, por cuyo medio se disminuye la cantidad de agua llovida; pero como hemos dicho que si allí con los montes no era igual sería poco diferente que después de su descuaje, la despreciaremos para la explicación del hecho referido.

En este supuesto y en el de que la cantidad de agua llovida fuera igual ó menor antes que después del descuaje M. Vallés

---

(1) En los terrenos deshabitados muy notable.

(2) En las condiciones geológicas y orográficas consiguientes del que nos ocupamos siempre, si hemos de creer en la sencillísima teoría que explica el teorema de Torricelli, que por lo visto ha olvidado M. Vallés, muy competente, según dicen, en materias de Hidráulica.

(3) Ciertamente, en el supuesto de que M. Vallés suprima la evaporación por inconveniente.

tendría razon sobrada para discurrir como lo hace y para deducir, que, pues es mas seguro, segun él, que la corriente superficial llegue al lago que no la totalidad de la subterránea, ésta seria menor y mayor aquella con los montes que sin ellos.

A nuestra vez le contestaremos ; pero como numerosísimos hechos , entre ellos el de Marmato , el del rio Scamandra y otros citados por M. Becquerel y en parte las mismas observaciones de M. Belgrand , prueban que sucede completamente lo contrario , y ni M. Bousingault , ni M. Becquerel han dicho que en el valle de Aragua lloviera menos con los montes que sin ellos , es claro y evidente que no pueden esplicarse las variaciones del nivel de los lagos sin desahüe , *mas que porque con los montes llovía mas que sin ellos* y así es facilísimo comprender los hechos sin necesidad de abrir y tapar vias subterráneas como lo hacian algunos , segun refiere M. Bousingault y lo pretenden M. Vallés y los que siguen sus erróneas teorías (1) : con las que dejamos expuestas la esplicacion es sencillísima y solo cuesta trabajo comprender como han podido autores tan ilustres permanecer en la duda y embrollar tan sin fundamento la cuestion.

No molestaremos mas á nuestros lectores ilustrados siguiendo á M. Vallés en sus demás consecuencias tan absurdas como las precedentes y , aunque podriamos dejarlo para cuando de las inundaciones nos ocupemos, vamos á examinar brevemente su argumentacion sobre los hechos, que dice se han observado

---

(1) M. Vaillant en su carta á M. Vallés , publicada en la Revue des eaux et forêts de 1865, páginas 281 y siguientes, se manifiesta decidido partidario de las teorías del segundo y dice que los hechos del rio Scamandra y lago Tacarigua citados por M. Becquerel podrian ser producidos por hundimientos y levantamientos del terreno , lo que , especialmente en el lago , seria una coincidencia milagrosa. No nos parece mal este sistema de resolver las cuestiones ; sobre todo tiene la ventaja de no calentar la cabeza y concluir las siempre con un ¿quién sabe? : si el hecho fuera al contrario, la esplicacion hubiérale sido más fácil acudiendo á los resultados de su experiencia sobre evaporacion de los árboles.

en algunos rios y las consecuencias, que con su lógica especial de ellos deduce (Págs. 143 y siguientes).

«¿Qué queremos saber? Si el suelo de los montes, dice, es mas ó menos permeable que el de las tierras cultivadas. Pues, la propiedad inversamente correlativa de esta es la menor ó mayor abundancia de la corriente superficial cuando llueve. Al máximum de la una corresponde el mínimum de la otra y recíprocamente. Si pues observamos los rios en el momento en que sus caudales son principalmente debidos á las corrientes superficiales, podremos esperar llegar, por el conocimiento de los hechos que caracterizan estos caudales *aparentes* (querrá decir anormales ó extraordinarios), al de las circunstancias que amplifican ó que limitan las corrientes ocultas, es decir la infiltracion. Pero evidentemente es en las épocas de grande inundacion cuando las corrientes superficiales toman el mayor incremento y son mas fácilmente apreciables en sus efectos definitivos. *Por consiguiente podremos decir que la importancia de las crecidas, que está en razon inversa de la infiltracion, es muy á propósito para ilustrarnos sobre la potencia de esta última en todas las épocas.*»

Debemos antes de proseguir relatando lo que en pró de su causa escribe M. Vallés examinar el contenido de ese párrafo, base de todo lo demás y que aunque patentiza la hábil estrategia de nuestro adversario, sí tambien la debilidad de sus fuerzas.

*A igualdad de lluvia caída en una comarca en un tiempo dado*, en efecto, la corriente superficial está en razon inversa de la permeabilidad, como el caudal de los manantiales, de las aguas perennes están con ella en razon directa y aquella es complementaria de la segunda mas la parte evaporada; por lo tanto, si estando *bien poblada de monte una cuenca* produjera en igualdad de lluvia igual ó mayor caudal superficial en la unidad de tiempo (siempre que por circunstancias especiales la evaporacion no sufriera cambios notables en su modo de producirse y cantidad), que en la misma cuenca despoblada esté

ó no cultivada, es indudable que habríamos de suponer que el suelo de los montes es menos permeable que el de los yermos y los campos. ¿Pero podrémos deducir esta ni otra alguna consecuencia admisible ignorando si la cantidad de agua llovida es ó no igual, si la de la corriente superficial es ó no idéntica, pues no basta para ello conocer el caudal total en la época de una inundacion, ni mucho menos la altura de las aguas en un punto dado, ya que en él se comprende el de las corrientes perennes y el de las accidentales y es claro que su suma puede ser mayor que la de otras dos, en que dominen las segundas á las primeras y tambien á sus correspondientes del otro caso; cuando no se sabe si los encauzamientos y la limpia del canal han aumentado la velocidad y la seccion y evitado los remansos (1); cuando se ignora tambien si ha ó no habido alteracion en la superficie poblada de monte y en las condiciones de éste que tanto influyen? Indudablemente nó; pues bien, M. Vallés dice que sí en su párrafo anterior, en los datos que examina y en las consecuencias que deduce; ya que ni sabe la cantidad y condiciones de las lluvias, que produjeron las inundaciones que relata, ni conoce el caudal de la corriente superficial en ellas, ni si con el descuaje y la roturacion de los montes en llanura y con los riegos se ha aumentado la evaporation; indica solo que se han hecho muchos diques suponiendo

---

(1) Para que se comprenda la importancia de estos en la altura de las aguas en un punto determinado y con ello el ningun valor de los hechos que en apoyo de sus teorías presenta M. Vallés, creemos oportuno hacer constar, que las aguas del Júcar en el puente de Julance se elevaron á 6'99 metros en 1864, cuando en otras avenidas análogas (1740-1807 y 1860) solo lo habian hecho de 3'25 á 3'76 metros siendo aquello producido por la corriente del regagillo de Canales, que allí se le une y que con su corriente remansó las aguas del Júcar. (Memoria citada del Sr. Bosch y Juliá página 160.) Hechos análogos se han observado con mucha frecuencia en Gerona, en donde las corrientes opuestas de los arroyuelos torrenciales Güell y Galligans presentan, cuando se anticipa su avenida, un verdadero dique á las aguas del Onyá, obligándolas á extenderse por parte de la ciudad con grave perjuicio para sus habitantes.

do que con ellos sería mayor la altura de las aguas en tiempo de inundacion en el punto donde se midieron y finalmente *supone* tambien que los descuages de montes han ido siempre en aumento en cada cuenca.

¿Qué fuerza , pues , tiene ese semi-razonamiento de nuestro ilustrado adversario? Ninguna.

¿Qué confianza puede tenerse en las consecuencias sobre esta base y con datos tan vagos y mal apreciados deducidas? Ninguna.

¿Será muy competente en la materia quien razona de esa manera , no obstante de pasar la plaza de muy entendido en Hidráulica? Nuestros lectores lo dirán.

Ahora bien , puesto que el caudal perenne de los rios procede de las aguas infiltradas y la cantidad de estas de la permeabilidad del suelo ¿no hubiera sido mas lógico deducir la última del observado en los rios y arroyos, que es siempre mas fácil de medir y mas conocido?

¿Por qué M. Vallés no se valió de este medio?

¿No ha dicho él mismo que con los montes aumentan los manantiales ; que en la cuenca de la Grenetiére observada por M. Belgrand era mayor el caudal de tales aguas que en la del Bouchat, no obstante de reunir éste condiciones *muchísimo* mas favorables á la produccion de esta clase de aguas y entre ellos 3 kilómetros cuadrados de terrenos oolíticos enteramente *permeables*, como él diria, ó que dejaban pasar al interior toda el agua en ellos caida, como hemos hecho constar ? ¿Ignora que con el descuage ha desaparecido el caudal de aguas constante de muchos rios y arroyos y produciéndose esos torrentes desoladores , que describe con tanta brillantez y maestría relativamente á los Altos-Alpes su ilustrado colega M. Surell?

Pues una de dos; ó ignora todo esto y no ha debido mezclarse imprudentemente en esta cuestion, ó no lo ignora y no obstante por defender sus erróneas teorías calla lo que sabe, adultera lo que otros han dicho, hace caso omiso de las sencillimas consecuencias , que de tales hechos se desprenden y

se vale de toda su habilidad para desfigurar la verdad ; si es así , peor para él , porque el público le habrá de calificar de una manera dura , pero merecida.

Despues del párrafo trascrito y otro en que repite que la mayor altura de las aguas de los rios en sus inundaciones antiguas que en las modernas comprobarán la menor permeabilidad del suelo de los montes y partiendo del supuesto de que el descuaje de estos ha ido siempre en aumento , lo que no es cierto en absoluto relativamente á cada cuenca , pasa á exponer los hechos , segun él , observados en diferentes rios de Francia.

Empieza por el Loira , del que dice se elevaron sus aguas en Tours hasta 7'40 metros en 1755 y nunca tanto despues , no obstante de ser el rio , en que se han construido mas diques longitudinales : aunque el hecho fuera cierto nada con él se demostraría , segun se desprende de nuestras anteriores consideraciones.

El Garona alcanzó en Agen en 1770 10'56 metros y en 1855 solo 9'77 metros no obstante , dice , de haberse construido muchos diques , aunque no tantos como en el anterior.

El Isère se encuentra en el mismo caso y sin embargo , dice , con referencia á M. Dausse , que en el siglo pasado se contaron cinco grandes crecidas y en éste dos , una en 1816 , en que en Grenoble subieron las aguas á 3'70 metros y otra en 1856 á 3'80 ; pero la de 1778 ascendió á 5'10 ; añadiremos á nuestra vez que la de 1859 ( 2 de Noviembre ) lo hizo á 5'09 metros , de manera que es probable que en este siglo se contarán mas y mayores que en el pasado.

Análogos hechos cita del Tarn , del Rhin y del Allier , pero con la vaguedad que de los precedentes.

Lo que es estraño es que lamentándose M. Vallés en 1858 (1) de no haber hecho constar en su primera obra *por ignorancia*

---

(1) Annales forestières. — 1858. — Pág. 127.

que en el Saona se habian observado efectos contrarios, en la segunda publicada en 1865 cometiera la misma falta *por olvido*; que por uno ó por otro no diga nada de los infinitos rios y arroyos, de que se sabe *positivamente* que con el descuaje perdieron sus caudales perennes aumentando los torrenciales de una manera espantosa, como aprendería en sus estudios sobre el Ródano y en fin que suponga que en todos los rios ha sucedido lo que dice de los anteriores, cuya autenticidad en la forma y condiciones que indica es problemática y no basta que él lo diga, porque le hemos visto quitar y poner sin escrúpulo no relativamente á cosas dudosas sino á escritos claros y precisos, que todos podían comprobar y con ello desmentirle, como hemos tenido que hacer repetidas veces, para poner en claro la verdad.

El hecho mas notable y á su modo de ver irrefutable es el observado en el Sena desde 1615 hasta 1850 y *para hacerle mas patente*, sin duda, no espresa el número é importancia de todas las inundaciones en él observadas, sino que toma el término medio de las correspondientes á mitades de siglo; es á saber:

De 1601 á 1650, altura media de las crecidas.	8'34 metros.
De 1651 á 1700. . . . .	8'03 »
De 1701 á 1750. . . . .	7'77 »
De 1751 á 1800. . . . .	6'85 »
De 1801 á 1850. . . . .	6'47 »

De este descenso en las medias saca gran partido nuestro ilustrado adversario luciendo su habilidad; aunque nos expon-gamos á darle un disgusto haciéndole perder algunas ilusiones no podemos menos de decirle que *los términos medios* en este, como en otros casos, nada demuestran, nada dicen y pueden fácilmente conducir al error á los hombres de mas buena fé.

En efecto, nos ha dicho que son las *inundaciones notables* las de que se utiliza y por lo tanto si su número aumentara en los siglos sucesivos, aunque las *extraordinarias* fueran iguales ó mayores que las de antes podrian dar medios infe-

riores ; y si no se entiende así , veamos como se determina la media representando por números enteros la altura de las aguas en dos períodos distintos: Sean  $\frac{11+10+9}{3}=10$  las alturas de todas las crecidas del primer período y  $\frac{11+10+9+7+6+5}{6}=8$  las de las del segundo; la media de este resulta mucho menor que la de aquel , aunque se comprendieron las tres alturas , á causa de que se han contado seis y no tres inundaciones solamente, de suerte que la disminucion de la altura media no demuestra lo que cree el matemático M. Vallés y sí puede demostrar que el número de las inundaciones ha ido en aumento sin dejar de ser tan importantes ó mayores que antes, como se deduce de  $\frac{13+12+11+7+6+5}{6}=9$ .

¿Por qué nuestro ilustrado adversario se valdrá de las medias y no habrá indicado las alturas ó mejor los caudales torrenciales de cada una de las inundaciones?

Pero aparte de esto no está probado, ni mucho menos , que en la cuenca del Sena hayan aumentado los descuages , como dice M. Vallés ; al contrario, asevera M. A. F. de H. (1) que se han conservado y mejorado sus vastos montes , lo que se comprende no solo por la proximidad del gobierno, que en ellos ha hecho cumplir mejor los reglamentos , sino porque por hallarse cerca de un gran centro de consumo serían los primeros en despoblarse promoviendo la reaccion consiguiente por efecto de aquella medida y por la utilidad consiguiente al grande aumento del precio de los productos; de suerte que este hecho es de tan poco valor como los precedentes, al menos en la forma vaga é inconveniente que se presenta y las consecuencias , que de ellos deduce nuestro ilustrado adversario, inadmisibles.

Continúa despues ocupándose de las observaciones de M. Belgrand, en que cree ver una corroboracion completa é irrefutable de sus teorías , con el poco fundamento que ya hemos

---

(1) Annales forestières.—1838.—Pág. 128 nota.

dicho y en la página 155 se ocupa de las variaciones observadas en el Éufrates antes y después del descuaje de los montes de la Armenia.

Copia al efecto un párrafo de la memoria de M. Becquerel de 1865 (pág. 113), en que se describe el hecho y dice que, siendo este cierto, es indudable que con los montes aumentan las inundaciones; nuestro ilustrado adversario tiene muchísima razón para contradecir al primero y para deducir la consecuencia que de tal hecho saca; pero es el caso que aquella descripción *está equivocada* ó por lo menos confusa, y si se tiene en cuenta que según Strabon (1) en su tiempo los montes estaban talados siendo causa de que todas las casas se hicieran de bóvedas por no haber otros árboles que *palmeras*, es fácil comprender que las grandes inundaciones de aquel tiempo eran debidas al descuaje de los montes, pues cuando estos existían, que era en el en que florecía Babilonia, las tales inundaciones no se mostraban; y por lo tanto de los hechos relatados por Strabon se deduce una prueba contra las teorías de M. Vallés, que es lo que quiso hacer M. Becquerel, aunque tuvo la mala fortuna de no espesarlo claramente.

Con esta larguísima discusión creemos dejar suficientemente rebatidos todos los argumentos de nuestros ilustrados adversarios y plenamente comprobadas nuestras teorías, con tanto mayor motivo cuanto que estas se refieren á montes altos en el estado, á que la ciencia los puede conducir y los hechos referidos á otros muy distantes de tal perfección; no juzgamos por lo mismo necesario apoyarlas en el inmenso número de hechos, de que hacen caso omiso aquellos, y que también las confirman de una manera indudable.

Pasemos, pues, ya á ocuparnos de los *manantiales*.

Hemos indicado anteriormente (pág. 24) como se forman los suelos.

Ahora, como entonces, no podemos entretenernos (ni sería

---

(1) Becquerel.—Des Climats, etc., pág. 185.

propio de este libro aunque sí conveniente para su mas fácil inteligencia) á describir minuciosamente el origen y formacion de cada uno y su clasificacion; pero no podemos prescindir de dar una brevísima idea de la forma, en que se encuentran mas generalmente, para que aquellos de nuestros lectores que no conozcan la geología, puedan fácilmente comprender lo que vamos á decir.

Propiamente hablando no hay suelo, donde no existe tierra laborable; pero como esta en las montañas, que es á lo que principalmente nos referimos en este libro, ha desaparecido muchas veces por el arrastre dejando la roca al descubierto y esta circunstancia influye mucho en la distribucion de las aguas de lluvia y nieve, que sobre ellas caen, extenderémos á este caso nuestras indicaciones.

En este supuesto podemos decir que el suelo se compone: ya de una serie de capas sobre puestas mas ó menos continuas, en que alternan de ordinario las permeables con las que no lo son, como sucede á los terrenos sedimentarios no alterados; ya de un conjunto de rocas amontonadas, que aunque procedentes de capas ó estratos regulares, revoluciones geológicas han conducido á ese estado de confusion dejando entre sí numerosísimos y muy importantes intersticios, oquedades y muchas veces notables cavernas subterráneas, que por grietas, hendiduras y las superficies de los antiguos estratos se ponen en comunicacion entre sí y con otras vias subterráneas, como se observa en algunas calizas cretáceas y oolíticas, rocas que se presentan ó nó cubiertas al exterior de una capa de tierra generalmente de poco espesor; ya esta aparece sobre masas de rocas cristalinas no estratificadas, muy escasamente dotadas de grietas, hendiduras etc., cuando el arrastre de aquella no las hace aparecer á nuestra vista, como sucede en los granitos por ejemplo; ya en fin encontrándose en los valles y en las pendientes los primeros suelos y rotas sus capas por levantamientos en la parte superior de las montañas allí aparecen los segundos y mas ordinariamente los terceros, aunque muchas

veces ocultos bajo la pequeña porcion de tierra , que procedente de la parte superior de los estratos rotos ó de su descomposicion las aguas extienden sobre ellos ; de manera que solo en el caso en que una montaña de rocas cristalinas se presente desnuda completamente de tierra vegetal el suelo carecerá de vias subterráneas por donde pueda el agua caminar mas ó menos fácilmente , pues en todos los demás lo hará ya por entre aquella y la roca impermeable que la sostiene , ya entre dos capas mas ó menos profundas, que tambien lo sean y comprendan una ó mas que den paso al agua , ya entre aquellas solamente aunque las últimas no existan , con tal empero que sus superficies en contacto no estén unidas por materia de iguales condiciones ; pero fácilmente se comprende que mientras en unos casos el agua en grande abundancia puede fácilmente correr por estas vias hasta que abiertas al exterior en uno ó muchos puntos por ellos salga durante un tiempo inversamente proporcional á su caudal, ó bien hasta inmensos depósitos subterráneos, de donde ya caminan por vías menos fáciles y espaciosas , que la dirigen á la superficie sin interrupcion por dar tiempo suficiente á que nuevas lluvias suministren á aquellos las pérdidas sufridas, ya aparece al exterior con intermitencia, porque su abundancia los agota antes de las nuevas lluvias ó bien porque siendo el canal de salida en forma de sifon con la curvatura hácia arriba solo hay corriente desde que la superficie del agua en el depósito alcanza la altura superior del sifon continuándose hasta que baja aquella á la del extremo de la rama corta , en cuyo caso sucede ordinariamente que la cantidad de agua que sale es mayor que la que con la última ó últimas lluvias ingresó en el depósito , porque no solo salen sus aguas , sino tambien las acumuladas con las lluvias precedentes (1).

(1) Cuando la via de desagüe se presenta en esta forma , la intermitencia puede ser de intervalos muy diferentes dependientes de las condiciones de aquél y de la relacion entre su caudal y el de entrada en el depósito; de tal suerte que mientras en unos manantiales dura solo minutos en otros se observa de dos y mas meses.

Compréndese así fácilmente que en una montaña pueden existir estas vias subterráneas, que conduzcan aguas de otras muy lejanas y sin embargo por presentar al exterior, inmediatamente debajo de la tierra vegetal ó de ésta y otras capas una continua impermeable, no se verifique la union del agua allí recogida, con la que corre por debajo de ella; y como pueden proceder una, dos ó mas de estas corrientes de montañas elevadas de encontradas situaciones y estas aguas pueden subir y bajar en esta suerte de sifones ondulosos mientras que las altitudes sucesivas sean menores que la del punto de donde proceden, es fácil concebir que en una misma montaña compuesta de una serie de estratos ó capas existan corrientes subterráneas de distintas direcciones y muy diferentes procedencias; de manera que así puede explicarse la existencia de ciertos manantiales, que se encuentran en lo mas elevado de algunas montañas, al propio tiempo que los que en sus flancos y al pié de sus pendientes aparecen; los primeros proceden comunemente de muy lejanas comarcas y han seguido ese largo y onduloso sifon, mientras los últimos, de ordinario, de las filtraciones de la misma montaña ó de otras próximas y generalmente han caminado por entre estratos superficiales.

Confusa seguramente presentamos esta interesantísima teoría, pero no nos es posible hacer otra cosa en tan limitado espacio y no empleando figuras para hacerla mas fácilmente perceptible á los sentidos; confiamos sin embargo en que la ilustracion de nuestros lectores suplirá estas faltas al presente insuperables para nosotros.

Ahora bien; hemos dicho que el agua de las lluvias ó nieves procedente se divide en tres partes; una que se evapora mas ó menos pronto, otra que se filtra y la tercera que corre por la superficie, siendo claro y evidente que solo la segunda puede llegar á las indicadas vias y por ellas caminando con mayor ó menor velocidad y en mas ó menos abundancia dar lugar á los manantiales indicados á muy diferentes distancias.

Su *origen*, pues, está en la filtracion de las aguas referidas

y solo pueden formarse cuando estas encuentran en el terreno las vías antes descritas.

Los manantiales pueden ser :

*Superficiales ó profundos*, segun que lo sean las vías subterráneas por donde las aguas corren; se desprende de lo antes dicho que si el caudal de los primeros procede de las aguas filtradas en las comarcas próximas, el de los segundos es, de ordinario, de lejano origen.

*Continuos ó intermitentes* como y por lo que hemos dicho al tratar de las vías subterráneas.

*Escasos ó abundantes* segun la importancia de su caudal, que naturalmente ha de depender de la extension y topografía de su cuenca respectiva, de la mayor ó menor cantidad de agua en ella caída en forma de lluvia ó nieve, y de la facilidad con que su suelo la deja pasar al interior ya por su permeabilidad, ya por sus grietas, hendiduras y oquedades.

*Potables ó nó, frios ó termales, medicinales, salados, etc.*, etc., segun sean las propiedades de sus aguas; pero de estas no podemos ocuparnos en este lugar.

Es consiguiente que la precedente clasificacion está fundada en los diversos aspectos bajo que los manantiales pueden considerarse; pues unas condiciones no excluyen á las otras y así pueden los superficiales, lo mismo que los profundos, ser continuos ó intermitentes, escasos ó abundantes y al contrario, de manera que no por ser profundo un manantial ha de ser abundante, ni por ser superficial de escaso caudal, si bien se observa esto algunas veces, aunque no pocas hemos tenido ocasion de ver fuentes de pequeño caudal en las mas elevadas cumbres de las montañas, cuyo origen debiera hallarse á distancias muy considerables.

Si se recuerda que en los artículos II y IV del segundo estudio hemos demostrado que el suelo es mas permeable y el subsuelo adquiere mayor potencia de infiltracion con los montes que con el cultivo agrario y en los yermos, al propio tiempo que con los primeros se evita la denudacion y el abar-

rancamiento de las pendientes , y en el presente que con los primeros tambien aumenta la evaporacion y *la filtracion* á expensas de la corriente superficial, que es por ellos anulada, no puede quedar duda alguna de que dan lugar á los *manantiales superficiales y aumentan el caudal de los profundos*; aquellos, cuando vejetan sobre un suelo de poco espesor, permeabilidad y no provisto de hendiduras y oquedades, pues que entre él y la capa de mantillo correrán las aguas con poca velocidad hasta la base de la montaña ó hasta los límites del monte y si el suelo es algo mas profundo y permeable, ya por su naturaleza ya por la influencia de los árboles , las aguas, que sin ellos correrían sobre su superficie, lo harán por debajo y en todo su espesor, segun sean sus condiciones, para dar en uno ú otro caso lugar á los manantiales de la primera clase; si el suelo forestal descansa sobre una de esas calizas cretáceas ú oolíticas tan abundantes en grietas, hendiduras y oquedades es consiguiente que impidiendo la corriente superficial, que si bien en ellas no es de ordinario muy abundante no es sin embargo siempre nula, como algunos creen, y haciendo que toda el agua caida en forma de lluvia ó nieve llegue , á escepcion de la parte retenida por el suelo, que en tales terrenos no puede menos de ser de poquísimos espesor , hasta las indicadas vias, es consiguiente, repetimos , que aumentarán la cantidad de agua que á ellas sin los árboles hubiera llegado ó por lo menos no la disminuirán y este efecto será mucho mas pronunciado, cuando sin ser el subsuelo de tales condiciones pueda como el anterior dar origen á los manantiales profundos , cual sucede en las divisorias de las montañas , en que aparecen rotos los estratos , segun dejamos indicado ; pues en este caso, que es el mas frecuente, las aguas sin los árboles correrían por la superficie con la velocidad correspondiente á sus rápidas pendientes , mientras que con los montes se filtran corriendo por las vias subterráneas antes descritas; por lo tanto podemos decir , sin temor de equivocarnos , que aquellos *aumentan el caudal de los manantiales profundos* y originan los *superficiales*.

Esto no quiere decir que sin los montes no existan, ni puedan existir unos y otros y pues que fácilmente se comprende así no nos detendremos á demostrarlo ; pero siempre resultará que los montes pueden originarlos donde no existan, ni existir puedan por las condiciones del suelo con los campos y los yermos y aumentar el caudal de los que *no con sino á pesar de estos* se encuentran en las montañas. (1)

Nuestros ilustrados adversarios al ver el pequeño caudal, que de ordinario caracteriza á los manantiales superficiales, les dan tan poca importancia, que ninguna en tal concepto tienen los montes á su modo de ver, aunque les reconozcan la referida influencia, y es que los comparan separadamente con el gran caudal de algunos profundos por extensas cuencas de calizas neocomianas alimentados, sin tener presente que los últimos son muy pocos y presuponen una vasta comarca estéril, mientras los primeros muy numerosos y convenientemente distribuidos indican lo contrario y dan facilidad para utilizar sus caudales con la mayor economía, originando sucesivamente en su reunion los regatos, los arroyos y los rios, de cuyo número y conveniente distribucion depende la de la poblacion, tan necesaria al perfeccionamiento de la agricultura, como con tanta brillantez y galanura demostró en su célebre memoria sobre «Poblacion rural» el Excmo. Sr. D. Fermin Caballero al pintar las ventajas del *coto acasado*, cuya propagacion en verdad será imposible en muchas y muy extensas comarcas de España mientras nuestras peladas montañas no se cubran de verdura para convertir en fuentes abundantes y numerosas las aguas, que hoy torrenciales al mar se precipitan ; si, no han tenido presente nuestros adversarios que el rio se com-

---

(1) Téngase presente que á estas nos referimos en general y que la distribucion del agua de lluvia no se hace en ellas lo mismo que en los llanos: sobre estos particulares y otros de que no podemos menos de prescindir en la exposicion general de la teoria harémos algunas consideraciones en el resumen de esta primera parte.

pone de muchos arroyos, estos de muchos regatos y estos son á su vez originados por diferentes manantiales; que los abundantes no dejarán de serlo, sino al contrario, con los montes, ya que dependen de condiciones geológicas, que en nuestra mano no está extender por todas las montañas, aunque en verdad no nos parecería tampoco conveniente hacerlo, aunque pudiéramos, porque con ellas llevaríamos la esterilidad; han confundido la riqueza de las naciones con la facilidad de ciertas y determinadas empresas, que naturalmente han de sacar ventajas de estos verdaderos rios, que algunos manantiales producen á costa de la esterilidad de muy vastas comarcas y no han visto que al lado de cada fuente ó de cada regato se extiende la poblacion y con ella las fuerzas productoras; que sus aguas fertilizan las pequeñas propiedades, sumandos de la riqueza de las naciones; no han visto que desapareciendo estas pequeñas fuentes, esos regatos despreciados, la poblacion se aleja de los campos, porque sin agua la vida es imposible, para concentrarse en los grandes centros con gran perjuicio de la moral y de la riqueza; de buen grado cambiaríamos las ventajas de esos pocos en número caudalosos manantiales por los pequeños infinitos, ya que sus aguas bullidoras llevan á todos los rincones la vida y bienestar; es preciso haber contemplado como nosotros comarcas de tan distintas condiciones para poder apreciar las ventajas que indicamos; no se olvide además que los montes, como hemos demostrado, no perjudican los manantiales caudalosos para dar lugar á los otros, que á todos favorecen á expensas de las corrientes superficiales, de las aguas torrenciales que tantos daños á la humanidad producen.

Aunque en corroboracion de las precedentes consideraciones pudiéramos citar grandísimo número de hechos observados, porque hay en España pocos pueblos, en donde no se presenten y los ancianos dejen de explicar la causa verdadera con irrefutable elocuencia, lo harémos sin embargo de muy pocos, advirtiendo además que los montes á que se refieren estaban muy lejos de reunir las condiciones, de los que nos sirven de

base en nuestros razonamientos y por último brevemente haremos ver la sin razon, con que nuestros adversarios aseveran que los montes no favorecen mas que los campos y los yermos la existencia de los manantiales en general.

Segun Savary (1) si los rios Glaucus y Xanthus (Asia menor) están convertidos en arroyos es porque desaparecieron los montes, de donde procedian los numerosos, que los alimentaban en otro tiempo.

Bernardino de Saint Pierre, cuenta que por el mismo motivo han quedado en seco los cauces de los arroyos, que regaban la isla de Francia.

Refiere Héricart de Thury que á consecuencia de las talas practicadas por los venecianos en la Dalmacia, se ha reducido su poblacion á 200,000 habitantes, que á duras penas pueden allí alimentarse por la esterilidad de los valles y el agotamiento de los manantiales producidos por la denudacion de las montañas á las talas consiguiente.

M. Warden dice tambien que las mismas causas han producido iguales efectos en los Estados Unidos.

De los once manantiales ó fuentes de Druges, que contribuian antes al caudal constante del Yonne se han secado ocho reduciéndose mucho el caudal de los tres restantes.

Cuenta M. Desbassyns, de Richemont, que en la isla de la Ascension se secó un manantial con el descuage del monte y reapareció con la repoblacion. (2)

---

(1) Létres sur la Grèce.

(2) Este hecho solo sería posible siendo posterior á 1820, pues que el ilustre M. Blanqui dijo sobre ella en su «*Voyage en Bulgarie*» lo siguiente: «Cuando Napoleon fue conducido á Santa Elena, los ingleses comprendieron la necesidad de apoderarse de la isla de la Ascension, que solo era una roca esteril á penas cubierta de algunas criptógamas, y establecieron allí un destacamento de 100 hombres. Al cabo de 10 años esta pequeña guarnicion habia conseguido á fuerza de perseverancia y de plantaciones crear un suelo en la isla y hacer en ella brotar el agua. Estaba abundantemente provista de legumbres. Véase lo que han producido las plantaciones sobre una roca en medio del Océano.»

M. D'Arbois de Jubainville ha observado los mismos efectos en la jurisdiccion de Taillancourt en terrenos del sistema *oolítico* y no solo se han hecho aquellos patentes con el descuage sino tambien con las cortas de ciertos cuarteles de monte bajo, es decir con rozas á hecho por la mayor influencia en ellas del sol y de los vientos, segun el observador (1).

En su muy interesante memoria referida, nuestro respetable amigo y querido maestro Sr. Bosch y Juliá cita, entre otros muchos ejemplos de este género, la desaparicion de varias fuentes con el descuage de las sierras de Ayora, Énguera etc. en la cuenca del Montesa y valle de Aguas-vivas y tres molinos que existen en Bocayrente, á que el descuage de la montaña Mariola ha privado de agua.

A muy corta distancia de la ciudad, en que esto escribimos y en la cuenca del Francolí, que *bañaba* sus murallas, existe el pueblo de la Espluga, muy rico en abundantes manantiales originados en su monte comunal; destruido este por talas abusivas ejecutadas en el primer tercio del presente siglo y muy especialmente durante las guerras de la independenciam y la civil, se *secaron casi completamente aquellos* poniendo en tan duro trance al vecindario, que de sus aguas se utilizaba desde tiempo inmemorial para el abasto y para el riego, que el municipio se decidió á regenerarle por medio de siembras, conservándole despues con tanto esmero que ningun daño en él se comete y ya se observa que con la repoblacion *reaparecen* los manantiales antes existentes; en cambio con él confinante se encuentra el renombrado monte de Poblet, en que cuando estaba bien poblado abundaban mucho los manantiales, origen del *Francolí*, que disminuyen cada dia con su despoblacion en perjuicio de las ricas tierras de la cuenca de éste, que si carecen del agua necesaria para el riego son por sus inunda-

---

(1) Los hechos anteriores se citan entre otros en la *Revue des eaux et forêts.*—1866.—Pág. 1 y siguientes.

ciones deterioradas , y de las fábricas importantes del pueblo de la Riba , que de dia en dia echan de menos las aguas motrices , que en otro tiempo recibían : es tan concluyente este ejemplo que no creemos necesario continuar citando otros de dentro y fuera de España.

*Veamos ahora como se espresan sobre este particular nuestros ilustrados adversarios.*

M. Vallés, despues de explicar (pág. 113) acertadamente el origen de los manantiales, partiendo de sus erróneas creencias sobre las condiciones del suelo y subsuelo en los montes , en los campos y en los yermos , creencias que en el artículo II del segundo estudio hemos ampliamente rebatido , supone incuestionable que en los montes serán menos abundantes los manantiales profundos *no solo* , dice , *que en los campos sino tambien que en los terrenos simplemente rocosos* , en algunos casos, esto es , cuando se presentan, como antes hemos dicho, en fragmentos amontonados , que describe no muy acertadamente y sin incurrir en omisiones y errores esenciales.

Pero nuestro ilustrado adversario no pudiendó sin duda oponerse abiertamente á la evidencia de ciertos hechos , no obstante de suponer que el suelo de los montes es *compacto, apisonado é impermeable* el subsuelo, y que las aguas de lluvia corren por su superficie *libre y rápidamente en grande abundancia* , de admitir las absurdas experiencias de M. Belgrand sobre la corriente superficial y las que no lo son menos de M. Vaillant sobre la evaporacion del agua por los árboles y tantas y tantas otras cosas por el estilo , dice (página 116) que los *manantiales superficiales*, que son, segun él, los que se forman en la muy delgada capa exterior , *deben ser mas numerosos en los montes, precisamente porque las subyacentes no permiten al agua de la superficie un fácil acceso en el sentido de la profundidad* ; sin comprender que esto es imposible con sus teorías, ya que *no hay manantiales sin agua y permeabilidad* y de aquella ha supuesto que sale con la corriente superficial y se pierde por la evaporacion no sabemos cuantas veces mas que

la llovida y ha negado en absoluto la segunda condicion, segun dejamos dicho.

Nuestro ilustrado adversario sin embargo poco seguro de la verdad de sus aseveraciones, trata de justificarlas apoyándose en las palabras del abate Paramelle y dice (pág. 117):

« M. el abate Paramelle, que ha visto muchos terrenos de naturaleza muy diversa, y que ha hecho á este objeto numerosas observaciones, *sin negar la existencia de esta causa*, la considera como secundaria: «generalmente, dice, se exageran »sus efectos, de suerte que no se debe creer que un terreno ha »de estar desprovisto de manantiales, porque no se halle cu- »bierto de monte. Los descuages *disminuyen sin duda* los ma- »nantiales, pero no los destruyen ó solo los que son muy poco »caudalosos » y como en aquellos se comprenden indudablemente los que lo son mucho, originados por los terrenos de rocas amontonadas y algunas veces por los ventisqueros, se deduce que el ilustre abate creia, como nosotros, que los montes aumentan el caudal de unos y originan los otros, contrariamente á lo que supone M. Vallés, que le ha citado sin comprender el sentido de sus palabras.

Finalmente en las págs. 158 y siguientes al objeto de corroborar con *hechos notables y evidentes* sus teorías sobre las condiciones de permeabilidad, que el suelo y subsuelo tienen con *los montes y los campos* cultivados (página 87) y sin duda creyendo (1) que en los últimos se verifica con mayor motivo

---

(1) En la página 118 dice: « En cuanto á los manantiales profundos, que son los mas poderosos y numerosos, que forman en la estacion seca, la principal alimentacion de los arroyos y rios, su importancia es incontestablemente mas considerable en los terrenos desnudos, *y esto, no solamente cuando son esponjosos y friables, como la tierra de los campos, sino tambien, en un gran número de casos, cuando son exclusivamente rocosos* » Aparte de que no es exacto al decir que son mas numerosos los profundos, que el supone gratuitamente siempre abundantes, lo es menos cuando espresa que las tierras cultivadas obran en tal concepto como los suelos exclusivamente rocosos, segun fácilmente se comprende.

que en las rocas amontonadas antes descritas, circunstancia que pone en evidencia que no ha comprendido el cómo y por qué las aguas en unos y otros pasan de la superficie al interior, describe varias fuentes abundantísimas, cuyas aguas proceden de vastas extensiones de los aludidos terrenos rocosos, tal vez sin imaginarse que esto así sucedería lo mismo ó mejor si de monte estuvieran cubiertas, pues con él no habria la corriente superficial que ha producido las torrenteras, que se hacen constar (pág. 159) en las relaciones trascritas por nuestro ilustrado adversario y que no consignamos por no ocupar algunas páginas inútilmente, ya que todas estas fuentes (1) proceden de las referidas calizas neocomianas y no de campos; ya que dependen de condiciones geológicas, que no está en nuestra mano modificar sensiblemente, ni extender á donde no las presenta la naturaleza; ya en fin porque siendo en cierto modo ageno esto á nuestro objeto hemos sobre el particular dicho mas de lo que era bastante para que se comprendiera el ilógico proceder de M. Vallés; *cítenos éste tan caudalosos manantiales en tierras cultivadas en lugares, que no los presentarán cuando de monte estaban cubiertos* y entonces estará en las condiciones de la discusion, que ha tratado de confundir asimilando el descrito efecto de las amontonadas rocas al que pue-

---

(1) Las del monte Ventoux (Vaucluse), cuyo caudal evaluó en 2 metros cúbicos por segundo M. Bouvier, proceden de una cuenca de 15.000 hectáreas de calizas neocomianas; la de Vaucluse de 10 metros cúbicos por segundo, segun el mismo, procede de iguales terrenos, que desde el referido monte ó mejor dicho montaña, llegan hasta Sisteron comprendiendo una cuenca de 70 kil. de largo por 3 á 26 de ancho no presentándose en esta como en la anterior ni un pozo, ni un manantial y sí *secas las torrenteras á escepcion de los momentos de las grandes lluvias*, es decir que tan vastas cuencas son *completamente* estériles: La de Nimes de escaso é irregular caudal procede tambien de una meseta de la misma caliza: las de Tourne, de Chartreux de 6 metros cúbicos por segundo, la de Louysse de 4 metros cúbicos y la del Eure conducida por los romanos á Nimes se originan en el terreno referido, que M. Vallés cuida de hacer constar no está poblado de monte, pero omitiendo decir que *tampoco* en tan vastas cuencas existen, ni pueden existir tierras cultivadas.

den producir las tierras cultivadas, los suelos friables, que precisamente no se encuentran en aquellas duras y compactas; si con la descripcion de tales fuentes se propuso evidenciar que podian existir sin montes, para cuyo objeto serian datos irrefutables, pudo excusarse el trabajo, ya que no sabemos que ningun forestal haya sentado tan infundada asercion; ¿pero de aquella se deduce la benéfica influencia de los campos y la perjudicial de los montes? seguramente nó; pues entonces á nada conduce en la resolucion de este problema<sup>3</sup>, que con sagacidad trata de embrollar M. Vallés consiguiendo tan solo caer en sus propias redes.

Para que nuestros ilustrados adversarios no crean que eludimos las dificultades omitiendo la refutacion de algunas raras opiniones, parécenos oportuno, antes de dar por terminada esta parte de nuestro trabajo, tomar en consideracion la emitida por M. Mathieu de Dombasle (1); pero lo harémos muy brevemente, porque ni espacio tenemos para obrar de otro modo, ni en nuestro concepto otra cosa se merece.

Partiendo del principio de que los manantiales situados en las cimas de las montañas proceden de otras mas elevadas y lejanas, dice que puede suceder lo mismo con los que en las laderas y los valles se encuentran, de suerte que su desecacion, despues del descuage de los montes que las cubrian, *no demuestra la influencia de estos en aquellos*; en esta duda pueden quedar los que ignoren el origen y formacion de los manantiales y las condiciones del terreno, (2) á que el hecho se refiera; pero no los que tengan estos conocimientos y nadie al observar que con el descuage de un monte desaparecieron y con la repoblacion se presentaron de nuevo cual se observa en

---

(1) *Des Forêts, considérées relativement á l'existence des sources*. Opúsculo publicado en París en 1839.

(2) Para que sea posible tal supuesto es preciso que las capas que forman tales vias subterráneas se quiebren en los puntos indicados, lo que será muy poco frecuente.

las localidades, en que los montes han sido talados y repoblados sucesivamente, como hemos dicho ha sucedido en la isla de la Ascension y la Espluga del Francolí y se ha observado en muchos otros lugares.

Dice, con razon, que no puede la indicada influencia deducirse sin mas esplicaciones de que en ciertas comarcas boscosas se presenten muchos manantiales y otras agrícolas carezcan de ellos; efectivamente es esto un solo indicio y muchas veces exclusiva consecuencia puede ser de las condiciones del terreno.

Manifiesta que en el monte la Haya (1) existían antes en un solo punto cinco abundantes manantiales, por cuya razon se llama *Cinq-Fontaines* (2), y que cuando él lo vió solo había uno de escasas aguas cristalinas y señales de otros dos extinguidos, perdiéndose aquellas á muy corta distancia por filtracion en el barranco, que de allí parte; sin embargo, dice, el monte se halla intacto y sobre otras vertientes de *la meseta*, en que se extiende, se encuentran tambien manantiales aun por la parte cultivada.

Indudablemente no se hacen constar bastantes datos para apreciar la importancia del hecho; pero desde luego para nuestro objeto no tiene mucha, porque se trata de filtraciones en una *meseta de caliza jurásica* y es claro que no pudiendo en tales condiciones haber corriente superficial relativamente á gran parte de las aguas llovidas, con el cultivo pueden aquellas tener lugar, especialmente si siendo el suelo de poco espe-

---

(1) Es el mismo en que se hicieron las observaciones udo y admidométricas, de que hemos hablado (págs. 221 á 226, 256 á 264, 290 á 295 y 361 á 363) dirigidas por el ilustre profesor de la escuela forestal de Nancy M. Mathieu, que no debe confundirse con el autor del referido opúsculo.

(2) Es posible que sea el mismo sitio que hemos descrito bajo el nombre de *Cinq-Tranchées* y que el autor del opúsculo haya padecido alguna equivocacion en esto y en la relacion que hace de las cinco antiguas fuentes, porque el profesor M. Mathieu debe conocer muy bien este monte, que se halla á muy corta distancia de la mencionada escuela, como ya hemos dicho.

sor para este destino se han elegido los sitios, en que mas fracturada la roca se encontrara; pero el autor no tiene esto en cuenta y atribuye, despues de hacer muchas consideraciones poco exactas, la desaparicion de estos y la mayor parte de los manantiales á *la nivelacion de las tierras producida por el arrastre de la de las montañas*, sin tener presente que si esto puede suceder, cuando los depósitos lleguen á cubrir el sitio, donde aquellos existian permitiendo fácil corriente á sus aguas por sus pedregosos materiales, no podrá así esplicarse en la mayor parte de los casos, en que aquello no sucede; *aunque así fuera, siendo cierto y por todos reconocido que los montes impiden la denudacion de las montañas, la desaparicion de sus estratos y consiguientemente la formacion de los depósitos, la indicada nivelacion, sería incuestionable que con los montes no desaparecerían los manantiales y sí con su descuage*; por consiguiente no se comprende como se les puede negar la influencia, que con muchísima razon les atribuye en tal concepto la opinion pública, á no suponer al autor del referido opúsculo completamente ofuscado ó muy poco competente en la materia, como fácilmente comprenderán nuestros lectores.

Ha llegado la ocasion de que algo digamos sobre los *torrentes é inundaciones*; cuestion gravísima y de efectos tan notablemente perniciosos que nadie puede poner en duda su importancia, como así tampoco la que con tal motivo tienen los montes, que ocupan las rápidas pendientes, ya que, como dejamos indicado (pág. 78), todos (1) reconocen su influencia benéfica en el primer concepto, aunque disientan en la apreciacion de las causas mediatas que tales efectos originan, hasta el punto de reclamar unánimes la conservacion de los montes aludidos; estos ocupan en verdad la mayor parte de la region propia-

---

(2) Nos referimos á los amigos y adversarios, que han estudiado algo la cuestion; pues los que con una supina ignorancia defienden la extension de los montes ó los campos por *toda la superficie de la tierra* con inconscientes y vanas generalidades, no podemos contarlos en el número de aquellos.

mente forestal y bien pudiéramos decir por lo tanto que amigos y adversarios, no tan discordes como á primera vista parece, están en algunas de sus pretensiones y que bastaría en cierto modo para nuestro objeto patentizar tales daños y aquella influencia; tanto es esto así que el ilustre ingeniero M. Surell sin admitir, porque no la conocía, la benéfica influencia de los montes en el clima, de que nos hemos ocupado, demostró en su excelente obra «*Étude sur les torrents des Hauts-Alpes*» (1) de una manera irrefragante la necesidad imperiosa y urgente de repoblar aquellas montañas para evitar su completa ruina convirtiéndolas en un centro importante de producción, aunque es indudable que mejor hubiera podido hacerlo si sus razonamientos fundados también estuvieran en las consecuencias, que antes de ahora hemos deducido de las otras influencias de los montes.

Siendo de tanta importancia la cuestión que al presente nos toca resolver, con razón podría esperarse que de ella nos ocupáramos minuciosamente; pero no puede ser así, por que se van cada vez estrechando más los límites del espacio, de que disponemos; porque en gran parte ya la dejamos resuelta en el artículo IV del segundo estudio; porque es solo consecuencia inmediata, corolario más ó menos complejo, pero siempre fácilmente comprensible, de las teorías que en este estudio llevamos demostradas, y finalmente porque por lo mismo que to-

---

(1) Esta obra premiada por la Academia de ciencias en 1842 se había publicado el año anterior por el Ministerio de Obras públicas y en el corriente se ha dado la segunda edición hallándose en prensa su continuación por el ingeniero de caminos M. E. Cézanne, que, según noticias de buen origen, ha sabido reunir en ella datos y razonamientos importantísimos para quien haya de ocuparse de cuestiones tales: mucho sentimos no tener la segunda para utilizarla en este libro, como lo harémos de la primera, de que sacaremos gran provecho, siquiera en ella hayamos encontrado algunas contradicciones esenciales é inadmisibles conceptos, como verán nuestros lectores en lo que vamos á decir y más claramente si tiempo y humor tenemos para hacer más adelante su exámen crítico, que bien se lo merece libro por tantos motivos recomendable.

dos admiten esta benéfica influencia de los montes, no creemos necesario entretenernos en muchos detalles ni aducir gran número de pruebas ; esto no obstante dirémos lo suficiente para que nuestros lectores queden de aquella perfectamente convenidos.

Imposible es en nuestro concepto separar completamente la teoría y los efectos de los *torrentes*, de las que corresponden á lo que se llaman *inundaciones*, no ya solo por su mútua dependencia sino tambien por la que tienen de las mismas causas y la semejanza de algunos de sus efectos ; pero como pueden los primeros mejor caracterizarse y son con mas ó menos evidencia *casi siempre* precursores de las segundas, de aquí que especialmente de ellos nos ocupemos bastando para estas algunas indicaciones, que intercalarémos al ocuparnos de aquellos como complemento necesario á lo que digimos en las páginas 89 y 90.

*Definicion y descripcion de los torrentes.*

Si á los habitantes de los pueblos de montañas despobladas de monte, que son los mas perjudicados y consiguientemente los que mejor conocen sus caracteres, se les pregunta ¿qué es un torrente? unánimes contestarán : «*una corriente corta, caudalosa y violenta en sus crecidas momentáneas, que destruye la montaña denudándola, inunda el valle desolándole primero con la fuerza de sus turbias aguas y luego con el depósito de los bloques, cantos, grava y arena, que consigo arrastra y muestra poco despues seca y abarrancada aquella, en estéril playa al segundo convertido y seco tambien el lecho variable, por donde con mayor abundancia y velocidad y durante mas tiempo corrieron sus temidas aguas; que pocas veces por él lo hacen las cristalinas de los manantiales procedentes si la cuenca toda del torrente desnuda se presenta ó si su parte superior no se compone de grandes y durables ventisqueros.*»

Fácil nos sería de esta suerte de *definicion esplicada*, si así podemos llamarla, entresacar las palabras características de la verdadera definicion ; pero como con ello es muy posible

que dejáramos abierta la puerta de las dudas y para nosotros es de mayor importancia la claridad que el laconismo en la árdua empresa de definir las cosas , parécenos mas oportuno aceptarla sin modificacion , ya que en sí encierra lo esencial de todas las definiciones , que de los torrentes se han dado y conocemos.

En efecto, dice , como el ilustrado M. Surell ( 1 ) que es de poca longitud y de breves pero súbitas crecidas; la rapidez de sus pendientes (2) está indicada por la velocidad de las aguas y tambien comprende la propiedad característica, que los asigna de *denudar la montaña , depositar en el valle y divagar sobre sus depósitos* y si bien M. Surell dice ( pág. 7 ) que la sequedad del lecho no es un carácter como en las obras de Hidráulica se consigna , porque en los Altos-Alpes presentan algunos un caudal considerable, debemos recordar que los torrentes de aquella comarca, que son á los que él especialmente se refiere, están alimentados muchas veces por ventisqueros y reunen condiciones especiales, que no se encuentran de ordinario en los demás, como él mismo asegura (pág. 1).

Comprende así tambien lo esencial de la definicion que los diccionarios de la lengua dan del *torrente*, pues que poco mas ó menos dicen ser una corriente impetuosa y poco duradera despues de las copiosas lluvias, que la originaron.

En el mismo caso se encuentra con relacion á la definicion consignada en los tratados de Hidráulica , ya que en ellos se espresa ser el *torrente una corriente de mucha pendiente , que aumenta extraordinariamente en las crecidas y se seca durante una parte del año* (3).

Tampoco excluye finalmente ninguno de los caracteres se-

---

(1) Obra referida, 2.ª edicion, página 6.

(2) Exceden, segun él, de 6 centímetros por metro en la mayor parte del curso del torrente y no bajan á menos de 2.

(3) Diccionario de Obras públicas de Tarbé de Vauxclairs , segun Surell—pág. 7.

ñalados por el ingeniero Fabre, pues éste solo dice que el torrente es: «*una corriente violenta en las crecidas, de lecho mudable, de avenidas de corta duracion y cuyas pendientes son muy irregulares*» (1), pues todo esto se deduce de las condiciones en aquella fijadas á tales corrientes.

Comprendiendo M. Surell la gran dificultad de definir de una manera conveniente los torrentes y al objeto de que se pudieran apreciar mejor sus diferencias relativamente á las otras corrientes, que comprende en las tres clases de *rios, rios torrenciales ó torrentes rios de Fabre y arroyos*, dice (págs. 4 á 8):

De los primeros, que corren en anchos valles, con bastante agua y crecidas prolongadas; que su pendiente constante en grandes longitudes no pasa de 15 milímetros por metro y divagan en un lecho plano muy ancho, del que ocupan una pequeña parte dejando playas estériles algunas veces de 800 metros de anchura, aunque en las mayores crecidas las aguas no alcancen mas de 50 á 100 metros y 30 en el estiage, porque variando el lecho con frecuencia la playa entera está amenazada por las aguas impidiendo su cultivo á pesar de los diques de todo género proyectados.

De los segundos, que son los principales afluyentes de los *rios*, con valles mas cortos y cerrados, de menor caudal y mas variadas pendientes, que no divagan por tener mas sólidos y altos márgenes, no siendo su pendiente mayor de 6 centímetros por metro.

De los terceros, finalmente, que se diferencian de los *rios*, en que tienen poco caudal y corto curso y no reúnen los caracteres de los torrentes, llevando sus aguas limpias sin hacer depósitos, siquiera sean de mayor curso que aquellos, pues tienen mejores márgenes, como lo indican bien las cascadas entre ellos comprendidas.

---

(1) Surell.—Obra citada pág. 7.

Esta clasificacion, segun el mismo M. Surell (pág. 9), no es matemática, de manera que hay muchas corrientes con caracteres mistos y en una misma se pueden encontrar todos en diferentes puntos, ya que el *rio* empieza por un *arroyo* ó un *torrente*; cuando entra en anchos valles *divaga*; cuando en angosturas cortas camina como los *rios torrenciales* y algunos *torrentes* despues de descargar las materias arrastradas caminan como los arroyos divagando algunas veces como los *rios* en las llanuras de aquellos valles, que en otro tiempo fueron lagos; pero, dice, (pág. 10) *que si en los segundos es un carácter, en los primeros es solo un accidente*, olvidando que en la definicion de estos le puso como permanente distintivo, pues dijo que *divagan sobre sus depósitos*.

Esta clasificacion y descripcion general de las corrientes es bastante discutible, pero como da idea de ellas suficiente á nuestro objeto y no podemos ahora entretenernos en hacer consideraciones y razonamientos, que pudieran aclarar los puntos oscuros que encierra, nos concretaremos á decir que la condicion mas característica de las corrientes está en la importancia de sus caudales mirados en absoluto y en relacion al tiempo, en que aparecen esencialmente diferentes; porque es indudable que podremos llamar *torrente* á toda corriente impetuosa y momentánea, cuyo caudal depende de la cantidad y condiciones de la lluvia ó nieve que le suministran el agua, quedando en breve seco el cauce; *arroyo* la que siendo alimentada por las aguas de los manantiales conserva su poco importante caudal sin sufrir alteraciones muy notables; *rio* al arroyo de mucho caudal y *arroyo y rio torrenciales* aquellos en que por las condiciones mistas de sus cuencas respectivas á sus caudales constantes se unen momentáneamente los extraordinarios consiguientes á la rápida licuefaccion de la nieve ó á las copiosas lluvias caidas sobre pendientes desnudas de vegetacion.

Lo mismo los *torrentes*, que los *arroyos* y los *rios* presentan tres regiones bastante bien caracterizadas; *cuenca de recepcion*, *canal de salida* y *lecho de deyeccion* ó *de depósito*; pero como

de los primeros especialmente nos hemos de ocupar, á ellos por ahora exclusivamente nos concretaremos sin detenernos en muy amplias descripciones.

La *cuenca de recepcion* es el conjunto de pendientes, que mas ó menos accidentadas presentan la forma de un colector, que instantáneamente amontona en su *gollete* ó garganta las aguas caidas sobre su superficie despues de haberse unido parcialmente unas á otras en aquellas arrastrando consigo la tierra, arena, gravas, etc., de que se componen, segun sean las condiciones de friabilidad del suelo y la cantidad y velocidad de las aguas reunidas ; como estas serán tanto mayores cuanto mas al punto general de reunion se acerquen , es consiguiente que la denudacion ha de marchar de abajo á arriba aumentando el efecto de las aguas la accion de la gravedad, como fácilmente se comprende.

El *canal de salida*, es, como su nombre lo indica, el que siguen las aguas desde el *gollete* ó *punto de reunion general* hasta donde principia la tercera region; en él, dice M. Surell (página 17), no hay denudacion ni depósito, tiene siempre buenos márgenes, porque, si así no fuera, divagaría, perdería su velocidad y depositaría ; pero es tan corto de ordinario que muchas veces está reducido á un punto, que es donde deben construirse los puentes por ser en él los torrentes inofensivos, ó mejor dicho, porque pueden ponerse á una altura, que no alcanzan las aguas y fundarlos sobre sólida base.

Con razon sobrada dice tambien que es esta la region peor caracterizada, pues fuera difícil en muchos casos decir donde se halla con las condiciones que la supone, ya que con frecuencia ensancha su cauce por la denudacion ó arrastre de los márgenes, que no pueden resistir la violencia de las aguas allí reunidas, en cierto modo aumentada en el momento de salir á la tercera region, sin que por esto puédase considerar como parte de la primera ; lo que hay es que por efecto de esta misma fuerza los márgenes, que no sean muy resistentes, desaparecen pronto y aumenta la seccion hasta encontrar las mas duras

rocas , cuando por su poca longitud y rápida pendiente no se facilita mucho el desagüe.

Tampoco creemos, como algunos se figuran, que cesarían los daños de los torrentes si se consiguiera prolongar el canal de salida hasta el *rio de desagüe* conservando su pendiente, su seccion y alineacion, que es lo que se pretende con los *encauzamientos*, porque, como dice muy oportunamente M. Surell al hablar de las defensas, no se alcanzaría otra cosa que cambiar de sitio al mal, ya que seria casi siempre de ello consecuencia una inundacion mayor que la propia del torrente y las materias que las aguas de éste no depositaran desde luego, ellas ó las del rio las arrojarían sobre las riberas del último de ordinario mas productivas que las tierras, que el torrente hubiera podido inundar y terraplenar.

El *lecho de deyeccion* presenta formas muy variadas dependientes de la cantidad y dimensiones de los materiales acarreados, de la cantidad y velocidad de las aguas y de las condiciones topográficas del terreno en que se extienden; pero siempre se presenta como árida playa de arena y de cascajo sin cultivos, vegetacion, ni suelo utilizable.

En donde aparecen en formas gigantescas y admirablemente regulares es en los Alpes, segun minuciosamente explica M. Surell; pero como no es esta una obra á tal objeto especialmente destinada, cual la suya, ni á aquellos espantosos torrentes pueden asimilarse por fortuna los que en nuestra patria se encuentran, recomendando la lectura de tan excelente libro nos concretaremos á decir, que allí los *lechos de deyeccion ó de depósito* se presentan en cerros cónico-aplastados colocados á la salida del canal como un contrafuerte ocupando muchas veces con mas de 70 metros de altura su vértice sobre el valle mas de 3 kilómetros de anchura, tan perfectamente arregladas sus pendientes, que no parece sino que están así dispuestas por la mano del hombre con auxilio de niveles, observándose siempre, dice M. Surell (pág. 21), que el perfil longitudinal central del depósito forma una curva cóncava hácia el cielo, esto

es de pendientes que disminuyen hácia abajo y lo mismo la rapidez en sus variaciones, siendo su inclinacion, variable segun la naturaleza de los depósitos, comprendida entre 2 y 8 milímetros por metro y constante en los torrentes de la misma localidad y en la misma clase de roca originados.

El perfil longitudinal del lecho en las tres regiones del torrente obedece á las dos primeras leyes para el anterior indicadas, de manera que las aguas tienden á formar la curva regular y continua, que mas conviene á su corriente, no concretándose, dice el mismo autor, á quitar las asperezas del terreno, pues que los márgenes del *gollete* (1) están abarrancados á 100 metros de profundidad y ya hemos dicho que la altura de los depósitos alcanza hasta 70 metros y mas; de lo que puede deducirse la importancia de la accion y variaciones que producen las aguas de la curva del lecho del torrente denudando en un punto y depositando en otro hasta regularizar la curva y alcanzar la que M. Surell llama *pendiente limite* (pág. 26), signo indudable de la posibilidad del encauzamiento *en el lecho de deyeccion*, pues que si continuan los depósitos es, en su concepto, porque extendiéndose las aguas sobre los precedentes divagan y pierden la fuerza necesaria al arrastre de los materiales, ya no tan considerables, lo que con los diques se puede evitar entonces.

Figúrasenos sin embargo que aunque esto sea posible, no conseguir el régimen estable, como supone, porque en mayor ó menor escala la denudacion continuará, aunque en la cuenca de recepcion se presenten desnudas las rocas duras, ya que la

---

(1) En este caso comprende con esta palabra la parte superior del talwech del torrente, por donde caminan las aguas de los parciales ó sencillos que constituyen el compuesto á que se refiere, siquiera forme aquel realmente parte de su cuenca de recepcion, como todas las líneas de interseccion de las pendientes, aunque de ordinario la tenga menor y se presente en forma de garganta; el verdadero *gollete* es el punto de reunion de todas las aguas del torrente, el de separacion entre las regiones primera y segunda.

regularidad espresada en la curva del lecho no impedirá la violencia y cantidad de las aguas , que tal efecto antes producian y denudando arriba han de depositar á mayor ó menor distancia ; de manera que en todo caso no se conseguirá mas que cambiar el sitio del daño ; es decir que si pueden librarse de tan temidos depósitos las tierras por los diques defendidas, será solo produciéndolos en otras de las riberas del rio ó arroyo, en que desagüe el torrente ; aun en el supuesto de que en la parte superior cesare el arranque de los cantos y grandes bloques de rocas, y que con ellos no se haga imposible la estabilidad en las condiciones de perfil ó plano del lecho , cual creemos y fácilmente se comprende , como con la denudacion de las pendientes de aquella su inclinacion aumenta comunmente por ser la denudacion mayor en la base que en la cima, lo hará tambien la cantidad y velocidad de las aguas reunidas y consiguientemente mas abajo la facilidad del arranque de los bloques ya con el tiempo y anteriores choques desprendidos en todo ó parte de las masas , á que estaban unidos y los que se encontraran en el lecho extendidos serán por esta mayor fuerza arrastrados á mas considerable distancia de su origen: este aumento de fuerza le indica tambien el que las aguas concluyan muchas veces por abarrancar sus propios depósitos arrastrando mas lejos sus materiales ; de manera que en nuestro concepto el régimen estable no se consigue nunca mientras en la cuenca de recepcion corran las aguas libremente.

La descripcion del torrente en accion, por mas que en cierto modo aquí debiera hacerse, la dejaremos para cuando nos ocupemos de los daños que ocasiona , ya que ahora no nos seria posible sin anticipar ideas y dar lugar despues á enojosas repeticiones, razon por la que pasaremos á ocuparnos de las

#### *Causas originarias.*

La mayor parte de la tercera de su obra dedica el ilustrado M. Surell á esplicar , cuales sean las causas originarias de los torrentes y aunque en ella muestra , como siempre , profundos conocimientos, buena lógica y no poca sagacidad , no se libra

enteramente de la preocupacion , que en su mente esclarecida produjo uno de los grandes efectos de tan temidas corrientes, la denudacion de arriba y los depósitos de abajo , motivando la perplejidad en unos casos y la contradiccion en otros ; bien es cierto que , tan árdua es la empresa , que dificilmente pueden evitarse estos inconvenientes , en que es muy posible incurramos nosotros mas patentemente , ya que aparte de otras causas poderosas, no es la materia para tratada tan á la ligera cual nos vemos precisados á hacerlo.

Como no puede haber depósito sin denudacion , y esta es proporcional á la friabilidad del suelo y á la fuerza que ejerce aquella y el arrastre , fuerza que depende de la masa y la velocidad, esto es, de la cantidad de agua llovida ó liquidada en un tiempo dado y de la inclinacion de las pendientes , deduce M. Surell (pág. 114 ) que son tres las causas de los torrentes (1) es á saber:

- 1.<sup>a</sup> *Una geológica que resulta de la naturaleza del suelo.*
- 2.<sup>a</sup> *Otra topográfica resultante de sus formas.*
- 3.<sup>a</sup> *Otra meteorológica que depende de las acciones atmosféricas.*

Dice sin embargo (pág. 115) que la segunda no es una causa primitiva, porque las cuencas no han tenido desde su origen la forma actual; pero si esto puede afectar á la importancia de la accion, no por esto servir para quitarla el carácter de las otras dos, ya que si el terreno fuera cóncavo ó perfectamente horizontal, la corriente no existiria y por otra parte así juzgando no menos merecerian ser eliminadas la 1.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> causas, pues que el suelo ha variado mucho con los arrastres é influencias exteriores y el clima no ha dejado de hacerlo en el largo periodo á que se refiere ; no creemos por lo tanto procedente tal

---

(1) Dice en verdad en este caso que estas tres causas presiden á la accion de los torrentes y pudiera creerse que solo las considera como condiciones necesarias de aquellos y no como causas verdaderas, pero del contestó de su libro se deduce , aunque no se espresa con bastante claridad, que les dá la última significacion.

eliminacion, ni la justifican los razonamientos, con que quiere comprobarla, fundados en la poca ó nula importancia de los torrentes en las montañas menos friables y en las exposiciones del N., que por su mayor *humedad* se presentan cubiertas de vegetacion; pues sabe muy bien el ilustrado M. Surell que si los abusos del hombre no la hubieran destruido y continuaran devastándola, tambien se ostentaría en las otras pendientes la herbácea y arbórea extinguiendo unas veces los torrentes y aminorando otras sus efectos, y de todos modos pudiera siempre decirse que sin tales pendientes los torrentes no existirían.

De los razonamientos que tan ilustrado autor emplea para demostrar la influencia de la vegetacion, y muy especialmente la leñosa, en los torrentes, se deduce *que la falta de aquella es su causa originaria no siendo las tres antedichas mas que condiciones necesarias* (1); porque, en efecto, si con ella, como despues demostraremos, los torrentes no aparecen ó se extinguen si antes existían y reaparecen cuando aquella se destruye, es claro y evidente que de su ausencia ó presencia dependen los torrentes y no de las causas, ó mejor dicho *condiciones necesarias*, que no han dejado de existir, aunque en sus efectos perniciosos anuladas ó modificadas por la accion benéfica de los montes muy particularmente.

No puede por lo tanto comprenderse que diga primero (página 118) que los Alpes no deben sus torrentes á la destruccion de los montes, siquiera tengan estos mucha importancia para confesar despues (pág. 166) que con tal destruccion se rompió el equilibrio dejando el suelo expuesto á la accion erosiva y que *«si la causa primitiva de los torrentes está en la naturaleza del suelo y del clima de estas montañas, una segunda causa, no menos poderosa, viene del hombre mismo que hoy su-*

(1) Evidente es que nos referimos á la época histórica, en que aparecieron los torrentes aludidos y no á las geológicas en que las montañas adquirieron sus principales formas actuales, como tal vez lo hace M. Surell en nuestro concepto sin causa justificada, ya que no se trata de los efectos entonces producidos, sino de otros mucho mas recientes debidos, como el mismo dice, á los abusos de los hombres.

*fre la pena de los desórdenes , que ha creado» con la destrucción de los montes , á que se refiere ; porque una de dos ó habríanse de considerar como causas originarias las cuatro ó las tres primeras como condiciones necesarias y la última solo como causa verdadera, tal cual creemos procedente , tal como lo juzgaba el ilustre ingeniero Fabre ( 1 ) y tal en fin como lo supone muy fundadamente la pública opinion ; confesamos de buen grado sin embargo que hay materia para larga discusion, en que tal vez en otra ocasion entremos de lleno para dejar el punto perfectamente esclarecido, ya que de hacerlo ahora habríamos necesariamente de traspasar en demasía los ya extensos límites de este libro; por el mismo motivo, por evitar enojosas repeticiones, y porque al hablar de los daños de los torrentes é inundaciones podrémos hacerlo en muy pocas palabras con mas oportunidad, dejamos tambien de espresar en este lugar la influencia de cada uno de las tres referidas condiciones necesarias de los primeros pasando á ocuparnos de su*

*Clasificacion.*

El ilustrado M. Surell en su obra mencionada la hace fundándose ya en su punto de partida é importancia , ya en su edad; en el primer concepto los divide (pág. 11) en tres clases:

1.<sup>a</sup> *Los que parten de un collado y corren por un valle verdadero.*

2.<sup>a</sup> *Los que descienden de una divisoria directamente por las líneas de máxima pendiente.*

3.<sup>a</sup> *Los que tienen su origen por debajo de aquella ó en los flancos de la montaña.*

Pero reconoce que existen muchos intermedios entre estos tipos ; dice que los de la segunda clase son los propios de los Alpes ; que los de la primera son mas bien *rios torrenciales* y barrancos los de la tercera y finalmente que no comprende en esta clasificacion otros torrentes que existen en los altos valles, procedentes directamente de los ventisqueros, cuyo lecho sirve

---

(1) Surell.—Obra citada, pág. 300.

de camino á los *aludes*, que de estos se precipitan á los valles con gran ruido; pues que el agua en ellos tiene un papel muy secundario y solo conduce algunos materiales, que con los de los aludes forman las *morenas*, ni tampoco comprende los llamados *torrentes blancos*, que son mas bien resbalamientos de taludes de condiciones especiales.

Si con detenimiento se estudia esta clasificacion, comprende-se que no se funda en caracteres bien determinados; ya que el collado parte es de una divisoria (1) y simples barrancos lo mismo que los mas espantosos torrentes de ellas pueden proceder, sea desde su origen, sea con la denudacion al tiempo consiguiente, si bien ni unos ni otros descienden principalmente por la línea de máxima pendiente en toda su longitud, como lo dicen claramente los torrentes, que despues describe como comprendidos en las clases 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>, ya que se ramifican segun las líneas de interseccion de las vertientes y todos de ordinario empiezan á manifestarse por debajo de la divisoria á mayor ó menor distancia, de manera que el punto de partida es un carácter dudoso y sin ningun valor para dar á conocer la importancia del torrente, que es especialmente lo que quiere significarse; parécenos que seria mas razonable la clasificacion de *simples* y *compuestos*, comprendiendo en los primeros los torrentes de *lecho indiviso* y en los segundos los que le tienen ramificado, pudiéndose estos á su vez dividir en diferentes categorías segun que lo estuvieran el eje primario, secundario etc.; pues si bien la importancia del torrente no depende exclusivamente del número de estas ramificadas barrancadas, torrenteras ó torrentes simples, es indudable que las indican mejor que los caracteres de la clasificacion propuesta por el ilustrado M. Surell.

Este, bajo el punto de vista de la edad, los divide tambien (pág. 135 y siguientes) en tres clases:

---

(1) Con la palabra *falte*, que emplea el autor, es posible que quiera significar mas bien que una divisoria las *altas cumbres* de las montañas, que si lo son, como los collados, se diferencian en su elevacion.

1.<sup>a</sup> *De origen reciente*, que tienen las pendientes del lecho de deyeccion imperfectas, esto es, demasiado débiles para el arrastre de las materias aportadas; la curva del lecho quebrada á la salida de la garganta; los depósitos estremadamente rápidos y que no pueden por lo mismo tales torrentes ser encauzados.

2.<sup>a</sup> *De origen antiguo no extinguidos, de transicion*, que tienen el lecho de deyeccion con pendientes que han alcanzado su límite; la curva del lecho es continua; las aguas divagan en los depósitos, que entonces se producen solo por esta movilidad y no son imposibles de encauzar.

3.<sup>a</sup> *Los torrentes extinguidos.*

Estas tres clases no son, segun tan ilustrado autor, mas que diversos estados y estudiando los intermedios pueden apreciarse todos los fenómenos de su formacion; de manera que, en su concepto, puede dividirse la accion de los torrentes en tres períodos, correspondientes á las tres edades referidas con objeto y efectos distintos, á saber:

*El 1.º comprende la creacion de la curva del lecho.*

*En el 2.º la curva está ya formada, pero nó fijado el curso; le caracteriza la existencia de la pendiente límite y las divagaciones en el depósito.*

*En fin el 3.º corresponde al establecimiento de un régimen estable.*

Compara despues (pág. 146) los torrentes con los rios y dice que en el primer período se observa que tienen de comun la inestabilidad; pero los primeros divagan verticalmente y horizontalmente los segundos, que es precisamente el caracter de aquellos en el segundo período, en que se encuentran los rios por haber regularizado su curva, como lo comprueba con el *Durance*, que terraplenó diferentes lagos.

En su concepto los dos primeros períodos de los terrentes se encuentran en los rios divagantes (1), y en el tercero son com-

---

(1) Si se tiene presente que en la página 6 dice que el triple caracter

parables á los rios de *régimen estable*: de suerte que todos los rios *deben proceder* de torrentes, como lo hacen sospechar los anchos valles en que corren y sus aluviones, que los han encajonado, mientras que los rios que salen de montañas recientes divagan, justificando tambien la presuncion del origen torrencial la existencia de los deltas.

Reasumiendo su paralelo entre los torrentes y los rios dice (pág. 148 á 150) M. Surell, que son los primeros una imágen fiel y breve de lo que ha pasado ó pasará á todos los segundos, pues todos están sujetos á tres períodos:

1.º *De corrosion y terraplen*, en que se prepara el fondo del talwech y se disponen las pendientes al equilibrio de la resistencia con la accion erosiva; su destino es fijar el *perfil longitudinal*.

2.º *De divagacion*, en que las aguas buscan la figura de la seccion y las inflexiones de la corriente mas conformes á la mayor estabilidad, que no se consigue siempre con la línea recta por ser excesiva la pendiente y llegar á la ribera mas sólida del rio. La masa líquida varía sin *alterar mucho* el suelo y es su resultado *fijar la alineacion ó plano*.

3.º *De régimen*, en que si desbordan las aguas entran de nuevo en un lecho invariable.

La violencia de los torrentes en el primer período puede esplicar los grandes aluviones de los valles teniendo presente la friabilidad de las rocas nuevamente levantadas y las condiciones mas favorables á tal objeto del clima coetáneo.

Las corrientes han estado sujetas á las mismas leyes y es natural creer que el lecho de los rios se ha creado como el de los torrentes siguiendo las mismas trasformaciones. « *Todos*

---

de denudar arriba, depositar abajo y divagar sobre sus depósitos es exclusivo de los torrentes, se comprenderá fácilmente con cuanta razon hemos dicho, que algunas veces se contradice y muestra perplejo, pues que en el paralelo que hace entre aquellos y los rios asevera lo contrario.

*han empezado por una era torrencial y todos concluyeron ó concluirán por un régimen estable.» (Pág. 150).*

Aunque temerosos de incurrir en enojosas repeticiones y extensas referencias no hemos podido prescindir de hacer el precedente extracto de las consideraciones y razonamientos debidos á la elegante pluma del ilustrado M. Surell, pues al propio tiempo que con él indicamos su sagacidad y buen fondo tambien quedan patentizadas sus preocupaciones.

Mirando demasiado fijamente ciertos hechos se olvidó de la causa que los produjo y dejándose arrastrar de analogías su fantasía le precipitó en la oscuridad, de donde proceden sus equivocadas conclusiones; esto es tanto mas evidente, cuanto que no desconocía aquellas causas y á poco que en ellas se hubiera fijado al ocuparse de tan interesante materia, á poco que hubiera reflexionado sobre los hechos que cita, habría echado de ver lo erróneo de sus apreciaciones, como brevemente vamos á demostrar.

Ya se eleve la consideracion al estado primitivo de las cuencas de los rios cuando por geológicas revoluciones tomaron las fomas características, con que hoy á nuestra vista se presentan; ya se descienda al exámen de los valles, por donde caminan, es indudable que en un principio aquellas indefensas fueron por las aguas denudadas y los segundos terraplenados, y como tales efectos de ordinario no pueden racionalmente suponerse por otras causas producidos que las torrenciales, parece indiscutible que en el origen los rios fueron torrentes, como asevera el ilustrado M. Surell.

De esto, sin embargo, no puede inferirse que haya estado acertado en asegurar que los primeros hayan pasado el primer período, el de *corrosion* y *terraplen*, que hayan fijado el *perfil longitudinal del lecho*, que hayan alcanzado la *pendiente límite* que supone, porque, si así fuera, la renovacion de los primeros efectos no sería posible y lo es tanto que todos los dias *se ven en torrentes convertidos los rios y arroyos mas tranquilos*, cuando se talaron los montes que cubrian sus cuencas

de recepcion; es cierto, sí, que en parte se regulariza la curva del lecho de los torrentes en el primer período, pero tambien lo es que la inclinacion de las pendientes del colector aumenta, de ordinario, mas cada dia en lugar de disminuir y esto es natural, ya que, como hemos dicho, la denudacion va de abajo á arriba y por lo tanto no solo no se consigue nunca la *pendiente limite*, que naturalmente normalice el curso de las aguas, sino que éste será cada dia mas irregular especialmente en la primera region, en la cuenca de recepcion, origen de todos los efectos que despues se observan; aquella normalizacion, aquel límite se puede alcanzar en el talwech del torrente, pero con ello nunca grandes resultados, porque las condiciones de erosion están arriba y si las del talwech pueden modificar el arrastre de los materiales, estos harán variar las propias del último ó á lo mas se depositarán en sitio y forma diferentes que sus predecesores: la *corrosion* y consiguientemente *el terraplen* no cesarán, el primer período no concluirá hasta que en la cuenca de recepcion solo queden duras y peladas rocas ó hasta que haya la denudacion hecho desaparecer con las montañas las pendientes; y como si bien se observan en la naturaleza muchos ejemplos del primer caso (1) y tal vez ninguno del segundo y sin embargo sea indudable que los rios se encuentran en las condiciones señaladas al *segundo período*, *al de divagacion*, cuando no en las del *tercero de régimen estable*, aunque solo en casos *escepcionales que procedan de cuencas enteramente rocosas*, es preciso buscar la causa de tales efectos no en las modificaciones naturales y consiguientes de las formas de la cuenca y lecho normalizadas, como se supone equivocadamente, sino en la intervencion de otros agentes, que ha-

---

(1) Téngase presente que en ellos no se vé la anulacion, ni disminucion siquiera de la fuerza erosiva sino considerable aumento en la resistencia por haber desaparecido el suelo y rocas friables, quedando solo las muy duras.

yan cambiado las condiciones de las fuerzas que tales efectos producian.

Los rios, sí, empezaron por torrentes y así habrían continuado si la próvida natura no hubiera dispuesto el remedio al lado de la enfermedad, que á la fuerza destructora acompañara su moderador, como con mucha oportunidad dice M. Surell en otra ocasion y asi es que, en las montañas como en los valles, extendió una vegetacion apropiada á sus fines y cumpliéndolos esta hizo cesar la erosion y los arrastres, no solo dando fuerza á la débil resistencia sino mas bien quitándosela á la causante del daño y convirtiendo la corriente indomable en límpidos y abundosos manantiales, origen de bullidores arroyuelos, que á su vez lo fueron, por la reunion de sus caudales, de los rios, como se comprende perfectamente despues de lo que llevamos explicado; es decir que si los rios no son torrentes y si estos pueden alcanzar las condiciones del segundo y tercero períodos referidos, no es, como se supone equivocadamente, por una consecuencia inmediata y necesaria de la accion primera, sino, al contrario, porque esta en todo ó parte se encuentra anulada por una fuerza bienhechora, por la vejetacion y muy especialmente la leñosa, como sabe muy bien el ilustrado M. Surell, que seguramente no habrá visto nunca torrentes con los caracteres propios de los períodos segundo y tercero sino cuando la cuenca de recepcion haya sido modificada por una causa distinta de la erosiva y sí muchas veces rios y torrentes que cambiaron tales condiciones en las características del primero por haber perdido la influencia estraña, que se las habia dado, tal como la vejetacion herbácea y leñosa y este retroceso no seria posible si se admitiera que las condiciones señaladas á cada período fueran debidas á la edad de los torrentes, á efectos indeclinables de la erosion misma, como supone tan ilustrado ingeniero, que ha confundido en este caso el efecto de esta causa con el de otras, que precisamente le modifican ó anulan; así no deben considerarse tres edades en el torrente ó en el rio sino tres *estados diferentes* depen-

dientes de las modificaciones, que sus cuencas han experimentado bajo el punto de vista de la vegetacion que las cubre; tal vez pudiéramos decir que el primer período corresponde á la completa desnudez, el segundo á la parcial ó mejor á la vegetacion herbácea y el tercero á la leñosa; porque con aquella hay erosion y terraplen; con la segunda, si se da mas consistencia al suelo y se quita alguna fuerza á las aguas, no se disminuye tanto su cantidad que se impidan completamente las inundaciones y con ellas los cambios inferiores de las materias depositadas, es decir, que se puede tener la divagacion; finalmente la tercera evita la erosion, el arrastre, la gran acumulacion de las aguas y consiguientemente la importancia de las inundaciones disminuirá ó se anulará al propio tiempo que aumente el caudal de los manantiales, es decir, que se consigue el régimen estable; así nos parece deducirse fácilmente de lo que dejamos demostrado sobre la distribucion de las aguas de lluvia y nieve, si bien parécenos oportuno recordar que como no hay cuencas, que en todas sus partes reúnan las condiciones de estos tres tipos, no puede menos de suceder que la naturaleza nos presente efectos tambien intermedios de los indicados; pero creemos dejar bastantemente demostrado que no puede admitirse la clasificacion que de los torrentes hace el ilustrado M. Surell bajo el concepto de su origen é importancia, ni mucho menos la que se funda en su edad, y que en aquel deben *clasificarse en simples y compuestos* y tomar los tipos de la segunda como estados distintos del torrente dependientes de la intervencion de una fuerza contraria á la que produce sus efectos característicos y de ningun modo como consecuencia de la accion primera, que es lo que sirvió de fundamento para hacer la referida clasificacion.

*Daños que producen los torrentes.*

Para mejor apreciarlos preciso es que consideremos la accion de los torrentes explicando brevemente las causas, que la presiden, que no son otras que las que anteriormente hemos denominado *condiciones necesarias* á la formacion y existencia

del torrente, y así considerándole podrémos con mas brevedad y método cumplir el múltiple objeto que nos proponemos.

Hemos dicho que las referidas condiciones eran tres ; una geológica, otra topográfica y la última meteorológica.

Obra aquella ya por razon de las condiciones de friabilidad del suelo , pues , segun ellas sean , con mas ó menos facilidad sus componentes serán por las aguas arrastrados y de su cantidad depende en gran parte el daño que se produzca arriba y abajo de la cuenca del torrente; ya por la permeabilidad, grietas y oquedades del suelo y subsuelo , pues es evidente que cuanto mayores sean menor cantidad y con menos rapidez correrán las aguas; ya finalmente por la disposicion de sus estratos, pues de ella tambien depende la masa y la velocidad de la corriente, siendo la mayor, á igualdad de pendiente, cuando se presentan de arriba á abajo sin saltos que quiebren aquella, pues si bien es natural que disminuya la erosion en la parte superior, se comprende fácilmente que aumentando considerablemente la masa y la velocidad ha de ser mayor abajo y tambien mayores sus efectos perniciosos en la tercera region del torrente.

De la segunda depende la mayor ó menor facilidad de reunion de las aguas y su velocidad , es decir la intensidad de la fuerza destructora, pues es consiguiente á la superficie, inclinacion y agrupacion de las pendientes de la cuenca de recepcion, siendo mas temibles cuando en su conjunto se asemejan á un embudo , en que la pendiente del colector disminuya de arriba á abajo, pues con esta disposicion se facilita la reunion momentánea de las aguas en el lecho, produciendo una fuerza irresistible.

La tercera finalmente despues de preparar la erosion por la accion del sol y de los vientos suministra el agua ó agente destructor , ya con la rápida licuefaccion de la nieve , ya con los fuertes aguaceros.

La nieve en las altas montañas acumulada durante el invierno , si la temperatura del aire con ella en contacto crece

paulatinamente, así tambien en agua se convierte; pero cuando á la baja que lo impide sucede repentinamente otra mucho mas elevada, lo que de ordinario sucede con los vientos del S. E. al N. O., entonces la licuefaccion se hace en poco tiempo dejando libre la gran cantidad de agua condensada durante la fria estacion; si al viento acompaña, como sucede algunas veces, un fuerte aguacero, el efecto es naturalmente mucho mas considerable.

Otras al principio del otoño á fuertes nevadas suceden elevadas temperaturas y entonces, como la nieve caída no ha sido por los grandes frios endurecida, fácilmente se liquida produciendo análogos efectos.

En uno y otro caso estos sin embargo no son tan temidos como los que deben su origen á los fuertes aguaceros; ya porque dan mas lugar á prepararse contra ellos por lo mismo que mas claramente se presentan; ya tambien porque por sus especiales condiciones no desnudan tanto la montaña, ni consiguientemente los valles terraplanan en el mismo grado; pues que en aquella no caen sus aguas con la misma fuerza ni por ellas caminan con igual velocidad; ya finalmente porque cuando á la licuefaccion no se une el caudal de las fuertes lluvias no es de ordinario tan considerable la cantidad de agua, que en la unidad de tiempo se pone en movimiento (1); pero, como generalmente el efecto se produce en todas las montañas de la

---

(1) Se comprende esto perfectamente teniendo presente lo que dijimos en la pág. 329 y lo que en breve manifestaremos, pues es indudable que aunque supusiéramos cierto el coeficiente minimum señalado por M. Daguin, para que se produjera en 24 horas la cantidad que suelen suministrar las lluvias torrenciales, seria preciso suponer que en aquel tiempo se liquidara una capa de nieve de mas de 30 centímetros de espesor y esto no sucede tal vez nunca por la accion sola de los agentes climatéricos, aunque si puede verificarse interviniendo erupciones volcánicas, como tuvo lugar en Cotopaxi, segun refiere M. Bouguer, produciendo una desastrosa inundacion, que seis horas despues de la erupcion arrastraba un pueblo situado á 30 leguas en línea recta del punto de partida.—(Surell.—Obra citada—pág. 290).

misma comarca simultáneamente, es natural que en sus valles principales se reuna mayor cantidad de agua y por mas tiempo que cuando de lluvias extraordinarias proviene y de aquí que las inundaciones en ellos sean muchas veces mas considerables con la primera que con la segunda causa.

Los fuertes aguaceros aludidos proceden de espesos y muy cargados nubarrones, á que un cambio repentino en los vientos ó las descargas eléctricas obligan á precipitar en grandes y abundantes gotas el agua condensada formando una suerte de trombas tanto mas temibles cuanto es mas reducido el espacio sobre que se precipitan, porque entonces se condensan los efectos; son tan locales que es muy comun ver en espantosos torrentes convertidas ciertas pendientes mientras sus opuestas de la misma ó muy próximas montañas sufren los perniciosos efectos de la sequía, como repetidas veces se ha observado en la Ribera del Júcar y Huerta de Alicante hasta el punto de que mientras los habitantes de la primera pedian condonacion ó rebaja en los tributos por los daños de las aguas torrenciales, los de la segunda lo hacian por haber faltado la cosecha con la estremada sequía (1); hechos análogos se ven con harta frecuencia en todas las montañas, porque los fuertes aguaceros proceden, como el granizo, de nubes muy limitadas.

No es fácil fijar el límite inferior de las lluvias, que pueden producir la accion de los torrentes é inundaciones, porque depende de su frecuencia y de las condiciones de las montañas; pero es casi seguro que tendrán siempre lugar cuando en un dia suministren una capa de agua de 100 milímetros de espesor: la lluvia mas importante en tal concepto observada tuvo lugar en Génes el 25 de Octubre de 1822, pues se recogieron en 24 horas 812'1 milímetros y la segunda en importancia es la causante de las inundaciones del Ardèche en 1827, pues en el mismo plazo (del 8 al 9 de Octubre) produjo en Joyeuse una

---

(1) Bosch y Juffá.—Memoria referida—pág 375.

capa de 791'7 (1); las inundaciones de 1846 en Francia fueron producidas por una lluvia que en 48 horas midió en Montsanche 165 milímetros y en 60 horas en Montbrison 153 y la de 1856 por otra que arrojó sobre el Jura 365 (2); no menos importantes son las lluvias observadas por el ilustrado sacerdote de Carcagente D. Salvador Bodí, que han originado importantes cuanto desoladoras inundaciones en la Ribera del Júcar, pues (entre otras) la de 21 de Octubre de 1843 fué originada por una lluvia que en 30 horas midió 400 milímetros; la de 7 de Diciembre de 1853 por otra que en 42 horas midió 500 y la de 4 de Noviembre de 1864 fué debida á una que en 33 horas alcanzó 302 (3).

Lo mismo en los Alpes que en gran parte de Francia y en toda nuestra península, si bien se han observado tan terribles aguaceros en las otras estaciones son mas frecuentes y terribles en la del otoño, como así mismo lo justifican los curiosos datos recogidos por el Sr. Bodí para la espresada localidad, ya que de las 23 inundaciones notables ocurridas en 148 años se sabe que 11 fueron en dicha estacion, 5 en invierno, 3 en primavera y una en verano y no menos lo justifican las que con harta frecuencia perjudican á la ciudad de Gerona, pues comunmente ocurren en la misma estacion, si bien tambien produce algunas primaverales la licuefaccion de las nieves, aunque nunca de tanta importancia como aquellas.

Las aguas de lluvia ó de nieve procedentes precipitándose por las rápidas pendientes de las montañas empiezan por diluir ó arrastrar las partes mas ténues del suelo, hasta que reuniéndose en la intersección de aquellas socaban sus márgenes con la fuerza consiguiente á su masa y velocidad y proporcionalmente á las condiciones de friabilidad del terreno, que las constituye; de suerte que si en la parte superior de la cuenca

---

(1) Becquerel.—Physique terrestre etc.—pág. 402.

(2) A. Fresard de Héricourt.—Annales forêstieres.—1857—p. 254.

(3) Bosch y Juliá.—Memoria citada—pág. 130.

de recepcion es la denudacion paulatina, cuando el suelo no es muy suelto por su naturaleza ó por las labores propias del cultivo, es despues tan notable, que pronto socabados los márgenes de la parte superior del lecho del torrente se derrumban poco á poco sobre él las fincas próximas, que concluyen las aguas por tragarse: con esto resultan los márgenes elevados y continuando la corrosion de su base y el derrumbamiento de las tierras superiores los efectos se extienden mas cada vez manifestándose ya con los hundimientos sucesivos, ya con las grietas á ellos y á los resbalamientos consiguientes, que se propagan á muy considerables distancias, especialmente cuando capas muy inclinadas descansan sobre una friable, ya que aquellas en masas considerabilísimas resbalan sobre un plano inclinado, cuando se ven cortadas por dos torrenteras de arriba á abajo y minada la base en el lecho principal del torrente, arrastrando consigo las tierras, casas, etc., que en él confiadamente se habian establecido (1) y que mas ó menos pronto son por el torrente devoradas.

---

(1) Dice M. Surell, que sobre la ribera izquierda del torrente *Moulettes*, cerca de Chorges, se ven casas del pueblo de *Andreux*, que se han agrietado de esta suerte, no obstante de hallarse á mas de 800 metros del lecho; que sobre la carretera número 91, frente *Ardoisière*, una parte considerable de la montaña minada por el *Romanche* se ha hecho tan movediza que muchas familias han tenido que abandonar sus casas de campo y que pueblos enteros construidos en la cuenca de recepcion de algunos torrentes están constantemente amenazados por ellos, pues cada año ganan terreno arrastrando consigo algunas casas: cita así mismo otros muchos ejemplos de los daños que ocasionan en su parte superior.

En la *Revue des eaux et forêts*—1869—pág. 205—se describe un resbalamiento espantoso en el *Secheron*, que frecuentemente produce incalculables daños á los pueblos de *Le Bois* y *Aigueblanche* amenazando su completa destruccion.— En él se ha desprendido en una sola masa porciones de terreno de 20 á 30,000 metros cúbicos y fué originado en el monte comunal del primer pueblo por cortas abusivas, que en 1824 convirtieron en calvero 10 hectáreas del movedizo suelo de la *Grande-Mouelle*: en la parte bien poblada de monte el suelo se conserva perfectamente en las pendientes

Como á medida que se desciende aumenta su caudal y los márgenes y primeros efectos facilitan la erosion y el desprendimiento de los grandes bloques de tierra y rocas duras, no es de estrañar que sucesivamente aumenten los indicados efectos y el arrastre de materias hasta el extremo de que algunas veces mas bien que una corriente de agua aparezca en el límite del *canal de salida* una masa monstruosa de barro semilíquido muy cargado de grava, cantos y bloques, que á la vista se presentan como puestos en movimiento por una causa misteriosa; otras estos bloques son lanzados por las aguas á grandes distancias de los márgenes ó en la direccion del lecho encajonándolos en el entramado de los puentes de madera, que contribuyen á derribar, produciendo en sus estribos análogos efectos cuando solo por las aguas son arrastrados; pero como para todo esto se necesita que la corriente sea de gran potencia y esta disminuye considerablemente al extenderse las aguas por el valle de desagüe, es natural que en él se vayan las materias acarreadas depositando ordenadamente, es decir primero los grandes bloques y sucesivamente los menores, los cantos y las gravas haciéndolo las arenas y las sustancias pulverulentas á distancias proporcionadas á su tenuidad hasta concluir en el delta del rio, á cuya cuenca el torrente corresponda y de aquí esos depósitos monstruosos que se observan en los lechos de deyeccion de los torrentes de los Alpes, los de arena y grava de los márgenes de los rios y la formacion de los deltas en su desembocadura, que tantos perjuicios ocasionan á la navegacion haciendo necesario en los puertos el dragado y otras obras muy costosas, cuando no los hacen inaccesibles á los buques de alguna consideracion.

Compréndese en vista de lo expuesto fácilmente que con el tiempo desaparezca de la cuenca de recepcion de los torrentes no solo el suelo y los cultivos sino tambien los edificios aislados y hasta los pueblos en ellas construidos, convirtiéndolas en una verdadera ruina; pero no tanto, por quien no haya tenido ocasion de examinarlos muy de cerca, como puede producirse la

fuerza enorme que se necesita para causar tantos desastres y arrastrar en su corriente bloques de roca de medio metro cúbico arrojándolos, como llevamos dicho, á grandes distancias, y que á otros mucho mas considerables los haga rodar de las pendientes al lecho del torrente; pues que aquella depende de la masa y la velocidad de las aguas, oportuno creemos ocuparnos brevemente de la importancia que estas en tales casos pueden adquirir.

Aconseja el ilustrado ingeniero M. Surell (1) utilizar para calcular la gran velocidad de las corrientes torrenciales, mas bien que las fórmulas ordinarias, la que M. D'Aubuisson consigna en su Hidráulica (pág. 113) es á saber:

$$u = 51 \sqrt{\frac{ps}{c}}$$

en que representando por  $u$  la velocidad media,  $p$  espresa la pendiente por metro,  $s$  la seccion del fluido y  $c$  el perímetro mojado.

De esta fórmula se deduce que en sus crecidas un torrente, cuyo canal tenga 8 metros de ancho, 2 de alto y una pendiente de 6 centímetros por metro, condiciones muy comunes en los Altos Alpes, en el momento en que le llenen las aguas, estas tendrán la enorme velocidad de 14'28 metros por segundo, cuando en los rios, que mayor la tienen, no pasa de 4; es decir que es aquella mas considerable que la que caracteriza á los vientos fuertes (pág. 19).

Indudablemente á igualdad de pendiente variarán los valores de  $u$  con la forma del lecho é importancia del caudal; pero como aquella aumenta en notable progresion ascendente á medida que se camina hácia el origen, se comprende que corriendo las aguas de la parte superior de la cuenca con mucha mayor velocidad, que las que sobre su region media é inferior se precipitan, se han de reunir en grandes cantidades en el lecho del torrente animadas de muy notable velocidad, como ha de-

---

(1) Obra citada—pág. 290.

ducido M. Surell, pues los datos espresados á esto se refieren.

Ahora bien, las aguas en tal caso ya llevan en disolucion ó suspension muchas materias aumentando su peso y como la fuerza, con que en los cuerpos chocan, está representada por el de un prisma, cuya base es la proyeccion de aquellos determinada sobre un plano normal á la corriente en la parte que los moja y la altura la distancia señalada por la velocidad (1), que en el caso referido es de 14'28 metros, resulta una fuerza destructora tan considerable, que suponiendo no lo impidieran los muchos obstáculos, con que en el lecho del torrente se tropiezan, sería mas que suficiente para arrastrar consigo rocas de un metro de lado en todos sentidos, pues no hay ninguna cuyo peso sea 14 veces mayor que el de tales aguas; de manera que se deduce de todo esto que en el lecho del torrente se reunen masas muy considerables de agua animadas de extraordinarias velocidades capaces de producir todos los efectos indicados.

Como el gasto ó caudal de la corriente es igual á la seccion multiplicada por la velocidad, ó sea para el ejemplo citado  $16 \text{ m} \times 14'28 \text{ m} = 228'48$  metros cúbicos, resulta así mismo este tan extraordinario, que excede al de los mayores rios (2) y esplica el por qué los torrentes quedan en muy poco tiempo secos ó inundan completamente los valles, sobre que desagan, ya que en breves momentos les envian enormes cantidades de agua, á que no dan salida con la misma facilidad por ser mucho menores sus pendientes.

Indicados los daños que los torrentes producen en sus cuencas de recepcion debemos ya exponer brevemente los que originan en los valles y las vegas y en las cuencas de los rios,

---

(1) Un million des faits.—Columna 763.

(2) El Garona en tiempo ordinario tiene un gasto líquido de 150 metros cúbicos y el Sena de 130 metros segun Surell.—Obra citada, página 291.

en que desaguan sus turbios y abundantes caudales momentáneos.

Bajo aspectos muy diferentes aparece el torrente en los valles de desagüe; ora empieza presentándose por escasas y claras aguas, que gradualmente se enturbian y aumentan de caudal hasta que se precipitan con gran violencia arrastrando las piedras, que se chocan con sordo ruido y concluyen por esparcerse fuera de sus márgenes depositándose en una extension proporcionada al caudal, dimensiones de las piedras y pendiente del terreno; ora se presenta de repente una monstruosa masa de lava negra que marcha lentamente; ora en fin un sordo mugido de la montaña anuncia el viento furioso que sale por la garganta, cual de un soplete gigantesco, precediendo las aguas del torrente en forma de terrorífico alud, que lleva por delante un monton de bloques y brozas, que extiende por la llanura devastándola primero con sus choques violentísimos y mas tarde con sus estériles depósitos.

El viento referido, cuya fuerza es tal que no solo derriba muchos de los objetos que encuentra en su camino sino que lanza los cantos del lecho con increíble violencia á grandes distancias, le atribuye M. Surell (pág. 47) á la gran masa de aire frio que sobre la cuenca de recepcion se precipita con la lluvia y sigue el lecho del torrente no encontrando otra salida mas fácil; pero parece natural atribuirle mas bien á que enfiada rápidamente las admósfera de dicha cuenca, condensada de esta suerte y hecho el vacío imperfecto de la misma, sobre ella se precipita el aire que la circunda, cuando no el de las altas regiones siguiendo despues el camino indicado con la velocidad consiguiente á su descenso primero, aumentada por la estrechéz de la salida y tambien por el impulso que la columna líquida la imprime, como dice con razon M. Surell; sin embargo solo por bien dirigidas observaciones, en que debe tenerse en cuenta la temperatura del aire en todos los puntos indicados y la direccion de los vientos en la parte superior de la cuenca, podrá llegarse á conocer de una manera conveniente la causa de este efecto sorprendente.

Mas sea de esto lo que quiera, es indudable que cuando tal masa de agua animada de gran velocidad llega á los valles, ha de causar con ella en un principio muy graves daños derribando puentes, edificios, diques, etc., á distancias mas ó menos considerables del lecho del torrente, porque sus turbias aguas los inundan con ímpetu furioso; pero como al hacerlo en muy vasta superficie pierden la fuerza para continuar arrastrando las pesadas materias, que de la montaña aportaron, si bien conservan la suficiente para descarnar las vias públicas y las tierras cultivadas, de cuyas partes mas tenues y fecundas se apoderan, déjanlas en cambio sus esteriles depósitos agravando mas y mas el daño que en un principio produjeron: estos perjuicios no se concretan á la parte del valle, en que directamente descargan las mas pesadas materias aportadas, sino que ya deteniendo el curso de los rios y arroyos, ya aumentando de una manera extraordinaria sus caudales, producen arriba ó abajo del punto de confluencia inundaciones peligrosas y perniciosísimos aluviones.

Mucho pudiéramos decir sobre unos y otros, pero como creemos dejarlos suficientemente indicados y de entrar en su detallada descripción, mas propia de obras especiales, habríamos de prolongar mucho los ya excesivamente extensos límites del presente estudio, nos concretaremos á consignar las principales materias por las aguas torrenciales arrastradas, las pendientes en que, segun M. Surell, se depositan y el importe de los daños por algunas inundaciones producidos al solo objeto de que por ellos puedan nuestros lectores formarse una idea aproximada de su mucha importancia.

A parte de los árboles, maderas, aperos de labranza y otros objetos que consigo las aguas arrastran indicando los daños, que en la 1.<sup>a</sup> region los torrentes ocasionaron, objetos que aumentan en los valles los propios de las aguas ya con sus violentísimos choques en los puentes, edificios, etc., ya obstruyendo el curso de aquellas momentáneamente para despues dejarlas correr en masas enormes y devastadoras, producto de

la denudacion de la cuenca de recepcion llevan consigo las aguas *barro, gravas, cantos y bloques*.

El primero las dá el color propio de las tierras ó rocas friables de la cuenca denudada y algunas veces la indicada consistencia pastosa, que hace caminen lentamente depositándose como las lavas de los volcanes, cuyo nombre reciben en algunas localidades, destruyendo los cultivos con la consistencia que al secarse adquieren muy especialmente si va acompañado de cascajo, pues forma con él brechas y pudingas mas ó menos perniciosas, segun fuere su composicion química, como en los Altos Alpes se observan debidas á ciertas negras calizas pizárrosas, que al secarse toman la consistencia del cemento, segun el ilustrado M. Surell.

El *barro* se deposita en pendientes muy variadas segun la cantidad, en que las aguas le conducen; pero es indudable que en la generalidad de los casos solo tendrá lugar en las muy pequeñas y el limo, que en parte le constituye, por su tenuidad solo lo hará en los grandes remansos, cuando no sea hasta los deltas conducido.

La *grava*, se deposita sobre pendientes de 25 milímetros por metro.

Los *cantos*, que son los comprendidos entre la *grava* y los *bloques*, que tienen mas de 25 centímetros de diámetro ó de lado, se depositan sobre pendientes de 25 á 50 milímetros por metro.

Los *bloques* hasta el volúmen de medio metro cúbico lo hacen sobre pendientes de 5 á 8 centímetros por metro; tambien se encuentran de enormes dimensiones en mas rápidas pendientes y hasta de 50 metros cúbicos se hallan en los Altos-Alpes procedentes de las próximas laderas y que las aguas no pueden arrastrar, aprovechándose algunos de sus torrentes como canteras excelentes, cual sucede al de Boscodon, en que se beneficia el *mármol sacaroides*.

Las referidas pendientes no pueden tomarse en sentido de tipos precisos, porque es indudable que el depósito se hará ó

no en ellas segun fuere la fuerza impulsiva, que hasta allí haya arrastrado las materias aludidas y aquella no solo varía de uno á otro torrente sino en uno mismo con la cantidad de agua llovida, forma y tiempo en que lo hace y modificaciones que experimentan las pendientes de las laderas, las del lecho del torrente y las que sean consiguientes á los depósitos precedentes en el mismo valle, siendo digno de observarse que cuanto mas regularizada se halle la curva del lecho del torrente tanto mas fácil será el arrastre y consiguientemente tanto menor la pendiente necesaria para que el depósito tenga lugar dando ocasion á su continuado ensanchamiento en todos sentidos no solo por las nuevas materias acarreadas sino por la mayor dispersion de las que anteriormente lo habían sido y por esta razon se ven abarrancados muchas veces los lechos mismos del depósito, extendiendo mas cada día los daños que en tal concepto el torrente produjera en la primera edad (1).

Difficil sino imposible es apreciar desde luego los daños, que los torrentes y consiguientes inundaciones producen en las comarcas, porque causa son de esterilidad futura que no se vé y otras, aunque á muy cortas extensiones reducidas, de mayor fertilidad; pero para que pueda formarse una idea de tan terrible azote consignarémos las cantidades, en que han sido apreciados aquellos en algunos casos.

Los producidos solo en la Ribera del Júcar con la inundacion del 4 de Noviembre de 1864 se calcularon en cerca de 70 millones de reales: en mas de 54 los gastos de recomposicion de los caminos de la cuenca del Loira deteriorados por la de 1846, costando anualmente por el mismo motivo millon y medio la conservacion de las carreteras de los Altos Alpes, cuando con

---

(1) Se comprende fácilmente en vista de esto que los caracteres asignados por M. Surell al segundo periodo de los torrentes y los beneficios que supone consiguientes á la curva del lecho *con pendiente límite* no son completamente admisibles, como no lo es tampoco la posibilidad el tal caso del encauzamiento con las condiciones al menos que supone.

menos de 400.000 rs. habría suficiente si los torrentes no existieran (1); tambien se calcularon en 54 millones los daños ocasionados por la inundacion de 1868 en los cantones meridionales de la Suiza y muy especialmente en el Tesino y el Valais, en que no se han respetado los montes, habiendo perecido además 50 personas y en fin, para no molestar mas á nuestros lectores ilustrados, les recordaremos que tan considerables daños no se experimentan en períodos seculares (2), que con harta frecuencia se repiten elevando á enormes sumas el valor de la riqueza destruida y que la denudacion de las montañas y el estéril terraplen de los valles y las vegas debidos á la accion desoladora de los torrentes é inundaciones constituyen una de las causas mas poderosas, que han convertido en inhabitados desiertos los antiguos centros de la civilizacion y ya tienen á muchas comarcas de la Europa en los abismos de la miseria; porque á ellos va unida la falta de aguas perennes, de maderas, de combustibles, y otros mil artículos de primera necesidad, así como tambien las mas perniciosas alteraciones en el clima, haciendo poco menos que imposible la vida ani-

---

(1) En los Bajos-Alpes han sido tales los daños, que á paso agigantado caminan á la despoblacion; 200.000 almas se contaban en 1789, 152.000 en 1831 y solo 143.000 en 1869. (Revue des eaux et forêts—1869—pág. 397.)

(2) Apenas esto escrito llega á nuestra noticia que en las cuencas del Júcar, del Turia, del Palancia y otros rios de las provincias de Valencia y Castellon han ocurrido (1.º de Octubre) desastrosas inundaciones produciendo muy cuantiosos perjuicios en sus ricas huertas. Si se hiciera una detallada estadística de los daños, que en el presente siglo han ocasionado á los pueblos las aguas torrenciales, se patentizaría de una manera evidente que en pocos años los perjuicios ascienden á sumas mas considerables de las que podría costar la regeneracion de las montañas, que por otra parte en breve con sus productos los indemnizarían: continuar como hasta ahora agravando el mal con desacertadas medidas cuando se conoce el remedio á tantas miserias, es una locura irracional posible solo en pueblos dominados por la ignorancia y el mas inconsciente egoismo ó por la perniciosísima inercia que para lo bueno produce el cáncer que nos devora, el mercantilismo político.

mal y vegetal; pero, como tendremos ocasion mas oportuna para decir algo sobre este particular en el resumen de la primera parte de este libro, pasaremos ahora á ocuparnos de los

*Medios de defensa empleados contra los daños de los torrentes é inundaciones.*

En dos grupos pueden clasificarse los muy variados discursos por el hombre :

1.º *Los que tratan de neutralizar las causas inmediatas de los daños.*

2.º *Los que se proponen el mismo objeto con relacion á las mediatas ú originarias.*

En los primeros se comprenden los muros, diques y movimientos de tierras hechos por la mano del hombre al objeto de disminuir la denudacion en cierta parte de la montaña, el terraplen en otra de los valles y en unos y otros evitar los perjuicios principales causados por el choque de la corriente y cuerpos que arrastra obligándola á seguir un camino determinado.

En los segundos la repoblacion herbácea y arbórea de las montañas, que disminuyendo en toda su extension la corriente superficial en mayor ó menor grado y su velocidad anulan mas ó menos completamente en su origen la causa de tantos perjuicios.

Brevemente nos harémos cargo de unos y otros, porque ni el espacio de que disponemos, ni nuestra incompetencia y el objeto esencial de este libro otra cosa nos permiten respecto á los primeros, ni necesario lo hacen los segundos despues de lo que anteriormente dejamos consignado.

Como muy oportunamente lo hace M. Surell, los medios de defensa del primer grupo se pueden y deben dividir en los que son propios de la montaña y los que en los valles deben emplearse; pues si bien los hay comunes á las dos regiones, tambien que característicos son á cada una, como es regular que suceda, ya que ciertos daños en ellas son contrarios; sigamos, pues, la senda trazada por tan ilustrado ingeniero y extracte-

mos brevemente sus razones haciendo caso omiso, aunque con sentimiento, de los buenos consejos que dá sobre estas especiales construcciones y las de los puentes y vias públicas, que hayan de establecerse en comarcas por tan terribles azotes esterilizadas, ya que es materia agena á nuestro objeto.

En la *cuenca de recepcion*, esto es, en la montaña, hemos dicho, las aguas por sus pendientes se precipitan desnudándolas proporcionalmente á la friabilidad del suelo, que las labores del cultivo favorecen, y cuando llegan á las líneas de reunion aumentan con la masa y la pendiente la velocidad y consiguientemente su accion erosiva socabando sucesivamente con mayor intensidad los márgenes del ramificado lecho del torrente dando ocasion á los desprendimientos y peligrosos resbalamientos del terreno antes mencionados y con ellos á considerables perjuicios en las laderas de aquella region y á los que en la tercera del torrente y en el valle del arroyo ó rio, en que desagua, produciría el depósito de las materias, con que se impregnan las aguas ó que estas arrastran; de manera que lo que se debe procurar es

1.º *Impedir la desnudacion de las laderas ó flancos de la montaña para evitar su completa esterilidad y los depósitos consiguientes al arrastre.*

2.º *Que los márgenes no sean socabados, para que no puedan producirse los desprendimientos y resbalamientos aludidos, y con ello dar seguridad á las laderas y disminuir las materias acarreadas.*

3.º *Aminorar la velocidad de la corriente en el lecho para evitar el arrastre de las materias mas pesadas y voluminosas y la aglomeracion de los caudales parciales, lo que en parte se consigue quebrando las pendientes en cascadas.*

Lo primero solo se procura cuando estando las pendientes al cultivo destinadas es de bastante importancia que compensar pueda los gastos de los muros de sostenimiento (hormas) (1)

(1) Estos, como los demás en la montaña empleados, no tienen mas

con que se trata de evitar el daño formando una suerte de parcelas próximamente horizontales escalonadas en la ladera y solo en la parte de ésta así utilizada; si la pendiente no es grande, con un corto número se consigue el objeto; pero si, como sucede en las comarcas á que nos vamos refiriendo, lo es, serán imposibles con las necesarias condiciones; hácese no obstante sin ellas y lo que resulta es que tales muros ú hormas son á cada paso derribados por las aguas aumentando el perjuicio, que se quería evitar é inutilizando el mucho trabajo empleado en su construccion y en la preparacion de la tierra que sostienen, como muy repetidas veces hemos visto en las montañas y hace constar en su memoria referida (pág. 146) nuestro ilustre maestro Sr. Bosch y Juliá, que tuvo ocasion de comprobar en la Ribera del Júcar su inutilidad y muchas veces perniciosa influencia; siendo esto tan comun que no solo allí sino en las montañas de todo el antiguo reino de Valencia y gran parte de la region mediterránea con el cultivo del olivo, del algarrobo y de la vid se han convertido muchas en pedradas rocas, no obstante los muros (hormas) empleados desde tiempo inmemorial para impedir el arrastre de las tierras.

El segundo objeto se consigue revistiendo los márgenes con muros de muy distintas condiciones y siempre costosos, de manera que solo se emplean cuando las tierras inmediatas tienen mucho valor y esto no sucede en la parte superior de las cuencas de recepcion de los torrentes: no son en cierto modo otra cosa que diques longitudinales y, como ellos, atraen hácia sí las aguas, que socaban sus cimientos reflejándose despues sobre la ribera opuesta, que resulta perjudicada sino se defiende de la misma manera convirtiéndola obra en un verdadero encauzamiento; este medio por sí solo resulta costoso é inútil con el tiempo, cuando no perjudicial.

---

que un paramento, diferencia que nos ha servido muchas veces en los deslindes para distinguirlos de los muros verdaderos ó paredes divisorias y restos de antiguos edificios citados en los documentos.

El tercero finalmente tiene muchos puntos de semejanza con el primero; su diferencia esencial está en el lugar, que ocupan y consiguientes variaciones, que en su construccion se han de introducir; muros son tambien los que producen el efecto deseado, pero en lugar de establecerse en las laderas en el lecho del torrente se sitúan, llamándose diques trasversales, presas ó paradas.

Para darlos, como es necesario, mayor resistencia con poco gasto forman curva presentando su convexidad por la parte en que reciben el impulso de la corriente; pero como esta entonces se dirige á los extremos socaba los márgenes sino se fortalecen con muros de revestimiento y se dá al coronamiento de la parada suficiente concabidad hácia el centro de la corriente; estando además expuesta á ser por la caída de las aguas socabada se cuida de fortalecerla con grandes rocas ó taludes.

Estas presas ó paradas son de muy antigua aplicacion é indudablemente producen aceptables resultados en algunas ocasiones, porque quiebran la pendiente haciendo perder en parte á la corriente su velocidad y obligándola á depositar las materias que acarrea; pero como si la pendiente del lecho es grande, cual sucede en la parte superior de la cuenca de los torrentes, serían los gastos de construccion muy considerables, mucha la altura de las paradas y tan poca la distancia de una á otra que no daría tiempo á la corriente para que tales efectos se produjeran y sí ocasion á que no pudiendo resistir, por estar de ordinario construidas de piedra seca, el impulso de las aguas se destruyeran aumentando entonces los perjuicios naturales del torrente, no pueden considerarse por sí solas como un sistema de general aplicacion, aunque sí el medio mas útil y económico de evitar ciertos daños de los torrentes, especialmente si se utiliza el sistema de faginas aconsejado por Fabre disminuyendo el caudal por bien combinadas zanjas de derivacion, por cuya razon se han adoptado en Francia en combinacion con la repoblacion herbácea y arbórea de las montañas habiéndose hasta ahora obtenido los mas lisonjeros resultados.

Las *paradas* se colocan debajo de las fincas que se quieren proteger y, aunque no puede fijarse con exactitud la extensión con ellas defendida, porque si bien el nivel de su coronamiento es un indicio, no dato suficiente, ya que no se evita la denudación de los márgenes superiores del lecho, de las condiciones de friabilidad de estos y de la pendiente se puede aquella deducir en cada caso, ya que es inversamente proporcional á estas dos condiciones.

De lo dicho se infiere que en las rápidas pendientes, que son á las que principalmente nos venimos refiriendo, los dos primeros medios indicados no se emplean por ser excesivamente costosos y muchas veces inútiles, cuando no perjudiciales, ya que, si temporalmente evitan la denudación y disminuyen la fuerza destructora á costa de muchos sacrificios, en momentos dados con su derrumbamiento las aumentan considerablemente y con ello en grande escala los perjuicios ordinarios de las aguas; el tercero, solo utilizable en cierta parte del lecho, no disminuye la denudación de las laderas ni la cantidad de agua, aunque sí combinado con los muros de rebestimiento la de los márgenes, el arrastre de las materias y la velocidad de la corriente; por lo mismo ni cada uno de ellos, ni combinados todos, lo que económicamente sería además imposible, consiguen anular la causa que produce los daños, que en aquella region del torrente se experimentan, no pudiéndose por lo tanto considerar juntos ó separados como sistema de defensa eficaz, duradero y económico y sí solo como medios transitorios, que pueden servir de auxiliares utilizables en la extinción de los torrentes.

En la tercera region de estos ó sea en los valles de desagüe, los daños mas temibles no son, como en la primera, la denudación y el arrastre sino por el contrario el depósito de las materias y la inundación y como esto tiene lugar con el aumento excesivo de la sección por la carencia de buenos márgenes y con la disminución de la pendiente, se debe procurar con las defensas artificiales dar á la corriente las necesarias para evitar

los graves daños que ocasionan á los pueblos, que se encuentran situados en sus lechos demostrando la no existencia del torrente, cuando se fundaron y los que producen en las tierras mas fértiles tambien cercanas al cauce del antiguo arroyo.

Las defensas que se usan á tal objeto consisten en *espigas, malecones ó diques longitudinales y finalmente el encauzamiento ó canalizacion.*

Los dos primeros, si bien defienden una parte de las tierras colindantes, como aunque atrayendo hácia sí las aguas, que socaban sus cimientos destruyéndolos mas ó menos pronto, las reflejan hácia la ribera opuesta, en ella aumentan los daños, que solo cambian de lugar dando ocasion á muchas cuestiones entre los propietarios.

El tercero, cuando la *seccion*, sin ser excesiva que produzca la divagacion y depósito de materias, es proporcionada al caudal máximo del torrente, el *ege* se aproxima á la línea recta para evitar pérdidas de velocidad y de *pendiente* y esta sea tambien la mayor posible y suficiente á producir el arrastre de las materias todas por el torrente hasta allí aportadas, puede evitar los daños anteriores, si bien no que se produzcan otros análogos en las riberas del arroyo ó rio, en que descargan sus aguas y las materias acarreadas de la montaña, ya que no evita la acumulacion de las primeras y el arrastre de las segundas; de manera que tampoco en realidad hace otra cosa que cambiar el lugar del daño, si bien pueden disminuirse los perjuicios haciendo recaer los depósitos y la inundacion en sitio de menos valor.

Pero no es fácil dar al canal tan apetecidas condiciones, ni las de estabilidad que eviten continuos y cuantiosos gastos de conservacion, porque ni puede abrirse en los antiguos depósitos cauce que las reuna por su gran movilidad, ni dar al ege la direccion rectilínea y mas corta magnitud para aprovechar la máxima pendiente del extremo del canal de salida al arroyo ó rio de desagüe, porque las formas del terreno presentan obstáculos invencibles; ni muchas veces es bastante para evitar el

depósito de las materias de mas peso y volúmen y con él muchos perjuicios al canal mismo, como lo acredita el torrente de *Chorges*, en que se han gastado sin duraderos resultados sumas muy considerables ( 1 ).

M. Surell, que ha estudiado detenidamente la cuestion, considera imposible el encauzamiento hasta que la curva del lecho del torrente haya alcanzado la *pendiente limite*, es decir casi siempre, cuando ya la montaña está en desnudas rocas convertida, y no pudiendo dar caracteres fijos de tal estado, que considera imposible definir, dá las reglas *mas probables*, que conviene tener en cuenta, en los términos siguientes ( pág 82 ):

«1.<sup>a</sup> *Los torrentes de canal prolongado y curva del lecho continua en el paso de aquel al depósito tienen la pendiente limite y se pueden encauzar.*

»2.<sup>o</sup> *Aquellos, cuya curva se quiebra en el punto referido*

---

(1) A 100.000 francos ascendian, segun M. Surell (pág. 237) los gastos ocasionados con los inútiles diques construidos.

La historia de este torrente es uno de los mejores ejemplos, que pueden citarse en corroboracion de la poca eficacia de los diques y la mucha de la repoblacion de las montañas: veamos lo que en 1836 decia, entre otras cosas muy interesantes, M. J. Valserres en el *Constitutionnel*: «La antigua metrópoli de los *Cathurigos*, *Chorges*, hoy pequeño pueblo de los Altos-Alpes, está situado al pie de una montaña de arcilla y schisto. Mientras los habitantes se limitaron á usar del pastoreo con moderacion, su seguridad fué completa; pero desde el día, en que aumentaron con exceso los ganados, se formó en la montaña un torrente furioso, que desembocaba en la cabeza del pueblo; se hizo un dique de 2 metros de elevacion, que las materias acarreadas por las aguas cubrieron desde luego. Sucesivamente se elevó el dique á 4, 8 y hasta 15 metros. Llegado á esta altura en las inundaciones de 1846 fué cubierto de una masa enorme de grava y el pueblo completamente sumergido. Encontráronse allí bloques de mas de 1000 kilógramos. Volvieron en sí los habitantes y prohibieron el pastoreo en la montaña haciendo en ella algunas siembras. Con estas sencillas medidas el furor del torrente, que no habia podido contener un dique de 15 metros de elevacion, se calmó visiblemente y desde entonces *Chorges* no ha experimentado el mas leve temor.» *Annales forestières—1836—pág. 23.*

*no la tienen perfecta y siempre irán levantando el lecho hágase lo que se quiera para evitarlo.»*

Pero de sus mismas relaciones se deduce el poco valor de estas reglas prácticas, y de nuestras consideraciones precedentes que con el tiempo no se regularizan los arrastres y depósitos en los términos, que supone tan ilustrado ingeniero; pero hay mas y es que no pudiendo menos de hacerse el canal sobre los antiguos depósitos siempre carecerá en su lecho y en sus diques de las condiciones de estabilidad necesarias á la creciente fuérza destructora de las aguas á no ser que se inwertan inmensas sumas en procurárselas.

No podemos entretenernos en el exámen crítico de los sistemas de encauzamiento propuestos por vários distinguidos ingenieros, ni para ello por otra parte nos conceptuamos competentes; pero, para que nuestros lectores puedan apreciar el valor que á los ojos de los que mas lo son tienen las indicadas costosas obras, creemos oportuno recordarles tan solo, que M. Vallés ha combatido fuertemente el sistema de diques longitudinales, á los que califica de azote mas terrible que el que con ellos se quiere destruir, si bien proponiendo otro no menos perjudicial, ya que consistía en establecerlos trasversales convirtiendo temporalmente en pantanos ciertos valles de la montaña, solo de útil aplicacion en determinadas circunstancias, y que M. Surell, despues de demostrar con vivo entusiasmo la benéfica influencia de los montes en los torrentes, se espresa (pág. 165) en los términos siguientes :

*« Volvamos un momento atrás la vista y comparemos estos efectos de la vegetacion, con los que ejercen los diferentes sistemas de defensa imaginados hasta el dia. El objeto de estas, como el de la vegetacion, es oponerse á los daños de los torrentes. Pero cuán débiles aparecen todos nuestros diques al lado de estos grandes medios de que dispone la naturaleza, cuando no contrariándola el hombre prosigue pacientemente su obra á través de los largos intérvalos de los siglos! Todas nuestras mezquinas obras, no son mas que defensas (paliativos), como su*

*mismo nombre lo indica. No disminuyen la accion destructora de las aguas; impiden solamente que se extienda mas allá de cierto límite. Son masas pasivas opuestas á fuerzas activas; obstáculos inertes y que se destruyen, opuestos á potencias vivas que atacan siempre y no se destruyen jamás. Allí aparece toda la superioridad en la naturaleza y la nada en nuestros pobres artificios (1).*

»No hago aquí un estéril paralelo. Quiero dejar entrever que para combatir los torrentes hay alguna cosa mejor que amontonar á grandes gastos muros y terraplenes, que serán siempre, hágase lo que se quiera, dispendiosos paliativos mas propios para ocultar la llaga, que para estirparla. ¿Por qué, pues, el hombre no acudirá á estas fuerzas vivas, cuya energía y eficacia son tan evidentes? ¿Por qué no las exijirá hagan otra vez y por su orden lo que antiguamente hicieron sobre tantos torrentes extinguidos por la accion sola de la naturaleza?...»

Con estas claras y elocuentes conclusiones, hijas de su profundo estudio del origen y accion de los torrentes, están conformes no solo los forestales y la pública opinion sino todos los ingenieros de caminos y canales, que mas se han dedicado á tales trabajos, no siendo los que con menos entusiasmo están en Francia cooperando á la regeneracion de las montañas por su repoblacion, no obstante la natural inclinacion que debieran mostrar á las aplicaciones de la Hidráulica, que constituye uno de los ramos mas interesantes de su carrera, y es que hechos notables y harto frecuentes patentizan cada dia la poca utilidad de los diques de todas clases para evitar los efectos

---

(1) El ilustre ingeniero se refiere á la repoblacion natural, pero no desconocía que la mano del hombre puede reducir á muy breves periodos los seculares de la naturaleza, como así lo hace constar en otras páginas de su excelente libro y de aquí que pida con insistencia se pongan desde luego aquellas montañas en las diestras manos de la Administracion forestal, á que, muy al contrario de como lo hacen ciertos economistas-poetas, dá la mayor importancia elevando su mision muchas veces sobre la importantísima del acreditado cuerpo á que pertenece.

perniciosísimos de las corrientes torrenciales y la indudable y benéfica influencia de la vegetacion, de que brevemente nos vamos á ocupar.

Aunque, como dejamos referido (pápinas 42 y 79, notas), los ilustres Gay-Lussac y Bousingault hayan dado á la herbácea tanta importancia como á la arbórea en la distribucion del agua de las lluvias, es incuestionable que la primera en las rápidas pendientes no puede evitar completamente los efectos de las torrenciales; porque ni disminuye la cantidad que al suelo arriba, ni del todo evita el apelmazamiento de éste en la superficie por el choque, ni mejora sus condiciones absorbentes en el mismo grado que la segunda, si bien con sus infinitos tallos divide la corriente superficial, detiene su velocidad y dando mayor consistencia al suelo impide su erosion en las laderas y en los márgenes; pero como nunca con ella el suelo tiene condiciones absorbentes y permeables en grado tal que anule la corriente superficial, que corresponde á las lluvias extraordinarias en las indicadas pendientes, es indudable que si atenua sus efectos no destruye, no extingue los torrentes ni mucho menos las inundaciones, que con ella continúan; en las pendientes menos rápidas sin embargo pueden conseguirlo; y de aquí que el encespedamiento sirva de ausiliar poderoso en la regeneracion de las montañas; ya porque la brevedad con que se produce, contrariamente á lo que con la arbórea sucede, permite esperar los beneficios de esta aminorando los daños; ya porque disminuye los perjuicios que á los pueblos montañeses se ocasionarían privándoles del pastoreo, de que sacan casi los únicos recursos de su mísera existencia, pues que por su medio pueden encontrar en pequeñas superficies condensado el alimento, que antes los ganados en vano buscaban por toda la montaña destruyéndola.

La vegetacion arbórea ó mejor dicho los montes obran de una manera completa no permitiendo se originen los torrentes y extinguiéndolos cuando los halla del terreno posesionados; es decir que: *si su descuaje los produce, su repoblacion es el medio mas eficaz y muchas veces único de extinguirlos.*

Después de lo que hemos dicho en el art. IV del segundo estudio y en el presente, es absolutamente innecesario que hagamos para demostrar esta aseveración trascendentalísima razonamiento alguno, ya que es una consecuencia inmediata y necesaria de su acción en la distribución del agua de las lluvias y nieve procedente, pues si como dijimos (pág. 426), *con ellos queda anulada la corriente superficial*, es indudable que *serán imposibles los torrentes é inundaciones*; sin ellos, con los yermos y los campos, aquella aumenta á expensas de la parte evaporada y filtrada, luego con su descuaje se producen y con su repoblación se extinguen, quedando reducidas las variaciones en el caudal de los arroyos y ríos, consiguientes á sus numerosos manantiales, á las que en estos siempre producen tales lluvias algún tiempo después que al suelo llegan sus aguas, pero siempre aquellas se encerrarán en límites estrechos é inofensivos.

Ya se comprueba esto con varios de los hechos citados (1) y muy especialmente con el descrito (páginas 81 á 86) de las torrenceras observadas por M. Forster, pero para corroborarlo más harémos mención de algunos otros casos muy significativos por cuanto abrazan todas las partes de la tesis; pues los que se refieren á la primera son tan frecuentes que habrá pocos pueblos, donde no puedan mejor ó peor apercibirse los funestísimos efectos de la tala y descuaje de los montes y por este motivo dejamos de mencionarlos.

M. Labussière, conservador de montes en Francia, observó en la montaña accidentada de *Luberon*, que mientras por el torrente de *Saint Phalez* de suelo arcilloso, y no muy rápidas pendientes á viñas, prados y tierras arables dedicadas, corren las aguas de lluvia con excesiva velocidad produciendo todos los daños de los torrentes en acción, por el de *Combe-d'Yeuse* á él contiguo y de peores condiciones topográficas, pero po-

---

(1) Véase el referente al torrente de Chorges, pág. 523 nota.

blado aunque con desigualdad de encina y pino de Alepo, después de ser en parte absorbidas las restantes salen paulatinamente sin causar ningún daño, cuando los brotes de encina y los pinos con la edad adquieren suficiente espesura, mientras que corren las aguas libremente en el año que se hace la corta disminuyendo sucesivamente en los siguientes, lo que prueba la acción referida de los montes y que no es idéntica con todos los métodos de beneficio, ni en todos los estados siendo la primera condición necesaria la espesura (1).

«Con la vegetación, dice M. Gentil ingeniero jefe de caminos en los Altos-Alpes, los caracteres torrenciales han desaparecido. Las aguas, aun en tiempo de lluvia, aparecen menos turbias. No hay ya crecidas violentas y súbitas. *Al llegar las aguas sobre los conos de deyección se encajan naturalmente en sus depósitos.* Los riberiegos pueden defenderse con menos gastos....

»El aspecto de la montaña ha cambiado bruscamente. El suelo ha adquirido tal estabilidad que las violentas tempestades de 1868, que provocaron tantos desastres en los Altos-Alpes, *fueron inofensivas* en los perímetros regenerados....

»En 1862 se había estudiado un proyecto de dique sobre el cono de deyección del torrente de Santa Marta. Estos trabajos, presupuestados en 40.000 francos, no eran realmente más que un remedio provisional; el dique al cabo de algunos años habría sido visto envuelto por los depósitos del torrente.—*Hoy el de Santa Marta está completamente extinguido*: nada desciende ya de la montaña. Los propietarios y los ingenieros no piensan ya en diques: simples muros de cierre bastan para proteger las tierras de la ribera (2).»

Los mismos efectos se han producido en los torrentes de *Pals y Rioubourdoux* y en cuantos han comprendido los perí-

---

(1) Revue des eaux et forêts—1866—pág. 97 á 103.

(2) Surell.—Obra citada.—Pág. 207—nota.

metros repoblados en virtud de lo prevenido en las sábias leyes de 28 de Julio de 1860 y 8 de Junio de 1864 (1) no obstante de hallarse incompleta la repoblacion y ser todavía las plantas leñosas de insignificantes dimensiones.

¡Cuánto mas sorprendentes no serán las consecuencias cuando hayan alcanzado las mayores edades, la necesaria espesura y formado el suelo propio de los buenos montes !

El ilustrado M. Surell, cita (páginas 136 y 137) gran número de torrentes extinguidos describiendo con suficientes detalles uno, que existió entre *Gap y Embrun*, sobre cuyos depósitos se halla construido el pueblo de Savines, y *su cuenca de recepcion cubierta de negros pinabetares*; no dice de los demás como se encuentra la que les corresponde ; pero es seguro que en ellos la extincion es debida á la misma causa (2) y en prueba de que así debe suceder y por lo mismo que es, como decíamos en su lugar oportuno, imprecendente la clasificacion de los torrentes por su *edad* en los términos propuestos por tan ilustrado ingeniero, en prueba de que *es imposible la extincion de los torrentes como consecuencia natural y necesaria de su accion destructora* y en justificacion de la influencia referida de los montes, nada podemos hacer mejor y mas breve que recordar las célebres conclusiones, que dejamos consignadas

---

(1) Consiguientes á numerosísimas reclamaciones por los contínuos y cuantiosos daños de los torrentes é inundaciones en ellas se resuelve la regeneracion de las montañas de la manera mas equitativa, acertada y económica, como los muy satisfactorios resultados hasta ahora obtenidos lo dicen con irrefutable elocuencia y así era de esperar en atencion á la feliz combinacion de las presas rústicas con la repoblacion herbácea y arbórea, que como dice M. Gentil, cambia completamente el triste aspecto de las montañas permitiendo ver para ellas un próximo porvenir mas lisongero. ¡Cuándo en nuestra empobrecida patria podremos contemplar, con el silencio de los políticos vocingleros, los envidiables cuanto urgentes resultados de medidas semejantes!

(2) En la página 138 de su obra dice: «Examinando las cuencas de recepcion de los grandes torrentes extinguidos, se descubren casi siempre en ella montes y la mayor parte de las veces, montes espesos.»

(pág. 80) y que en vista de numerosísimos y muy evidentes hechos deduce en su obra mencionada (páginas 155 y 161) confirmando en todas sus partes la benéfica é indudable influencia que hemos dicho tienen los montes en los torrentes, no obstante de hallarse los por él observados en condiciones muy inferiores á las que alcanzan con la racional aplicacion de los principios de la ciencia, que son en las que los hemos supuesto para deducir nuestras consecuencias analíticas.

Por la misma razon que así obran en los torrentes, los montes impiden y anulan las inundaciones, que son tambien de la corriente superficial inmediata consecuencia, como así se deduce de lo que dejamos manifestado; de manera que innecesario es detenerse á citar pruebas y á hacer mas razonamientos para demostrarlo; pero para que nuestros lectores conozcan las experiencias practicadas por los ilustrados forestales MM. Jeandel, Bellaud y Cantegril y las fórmulas de que se valieron, como les tenemos prometido (pág. 435) antes de dar por terminado este larguísimo artículo las harémos conocer, ya que si no dieron resultados aceptables, como algunos han creído, ponen de manifiesto las grandes dificultades, con que en la experimentacion se tropieza; el poco valor de las que á tal objeto hasta ahora se han practicado con menos precauciones y el que tienen las fórmulas algébricas en la resolucion de problemas tan complejos.

Para que mejor se comprenda la importancia del método y resultados experimentales obtenidos creemos oportuno consignar por extracto la descripcion detallada que se halla inserta en los *Annales forestières de 1861* (pág. 121 y siguientes) intercalando sin embargo las observaciones que creemos necesarias para la mejor apreciacion de su valor.

#### *Exposicion del método.*

El daño que produce una cantidad considerable de agua, que cae sobre el suelo, varia :

1.º Con la absorbida y evaporada por él y la vegetacion que sustenta.

2.º Con el tiempo durante el cual se prolonga la corriente del agua no absorbida.

La vegetacion obra en estos dos sentidos y disminuye el peligro; pero deja subsistir una parte de él (1) á que llaman *accion inundante* del suelo que se considera.

Trátase de establecer las relaciones que ligan á la *accion inundante* con la *absorcion y la duracion de la corriente superficial*.

La relacion entre el volúmen de esta al de la lluvia, es decir el *coeficiente de la corriente superficial*, es evidentemente proporcional á la *accion inundante*, al peligro que deja subsistente.

Aumentando la influencia de los vejetales la *duracion de la corriente superficial* disminuyen el peligro; pero entienden por ella el tiempo trascurrido *desde el principio de la lluvia* hasta que la corriente baja rápidamente á límites inofensivos, ya que siempre queda despues por algun tiempo mas elevado el caudal. Suponen que durante este tiempo la corriente tenga su intensidad media y de aquí deducen *que para una misma cantidad de agua disminuirá el peligro en razon inversa de esta duracion*.

Así, dicen, *la accion inundante de un terreno dado varía proporcionalmente á la razon del volúmen de la corriente superficial al de la lluvia y á la del tiempo de esta al de aquella*, de suerte que llamando C el valor de la accion inundante, K un coeficiente numérico fijo, V' y T' el volúmen y tiempo de la corriente, V y T los de la lluvia, se tiene:

$$C = K \times \frac{V'}{V} \times \frac{T}{T'}$$

---

(1) En los montes que no tienen en su suelo y en su vuelo las condiciones, á que la racional aplicacion de los principios de la ciencia puede conducirlos indudablemente, pero con ellas ninguno á no caer sobre ellos lluvias muy extraordinarias, que tambien serian en cierto modo imposibles con la conveniente distribucion de los montes en los continentes, como facilmente se deduce de lo que dejamos demostrado.

Suponiendo un terreno en que los volúmenes y los tiempos sean iguales, se tendría  $C = K$  y tomando este valor de  $C$  por unidad resultará para la relacion buscada :

$$C = \frac{V'}{V} \times \frac{T'}{T} \quad (a)$$

Con esta fórmula aplicada á un mismo terreno en diferentes lluvias ó para una de estas en diferentes terrenos se pueden tener, segun sus autores, los coeficientes de accion inundante para cada caso y tomando para valores los que corresponden á la totalidad de las aguas llovidas y corrientes y el tiempo que emplean se pueden determinar coeficientes generales, que representen el valor medio de la accion; pero como las grandes lluvias son solo las que producen las inundaciones á ellas reducen sus observaciones.

Antes de pasar mas adelante parécenos oportuno decir algo sobre la importancia y utilidad de la fórmula precedente.

En la apreciacion de las variables se han cometido á nuestro juicio dos graves errores.

Es el primero considerar los valores de  $T'$ , es decir el período de la corriente superficial *desde el principio de la lluvia*, porque debiendo espresar el que dura tal corriente, es indudable que debe contarse desde que llega al punto de observacion y no el que emplea en formarse y en recorrer la distancia, que le separa del de origen, ya que con solo aumentar esta variarían tales valores y consiguientemente los coeficientes, que se buscan, aunque no lo hicieran las condiciones de tales corrientes.

Es el segundo considerar el volumen  $V'$  como producto del caudal medio multiplicado por el tiempo  $T'$  haciendo caso omiso de los caudales mayores y tiempo que duran, porque de ellos especialmente dependen los daños de la inundacion, exponiéndose además á dar á esta variable un valor absurdo, segun se deduce de lo que dejamos dicho (pág. 468) sobre las inundaciones periódicas del Sena y parécenos sería mas exacto y conveniente deducir el valor de  $V'$  de la suma de los pro-

ductos de los caudales parciales, múltiplos del ordinario de la corriente, de que se trata ó de partes determinadas del metro cúbico, por el tiempo que durasen y así no solo podría hacerse la comparacion del total de dos corrientes, sino apreciar la marcha que sigue en sus variaciones, suministrando un dato muy interesante y fácil de adquirir, si se disponen los cauces y las canales de observacion de manera que de la altura, que en ellas adquieran las aguas, se deduzca desde luego su volúmen por medio de experiencias preparatorias.

Estas consideraciones no alteran sin embargo la relacion de las variables, aunque si esencialmente la apreciacion de sus valores ; pero si se tiene presente que la fórmula (a) se puede espresar así :

$$C = \frac{T}{V} \times \frac{V'}{T'} \quad (b)$$

sin alterar los valores de C y que para uno mismo de  $\frac{T}{V}$ , es decir para una lluvia determinada, los de  $\frac{V'}{T'}$  y por consiguiente los de C varían no solo con la extension y pendientes de la cuenca, con las condiciones físicas y geológicas del suelo y entre aquellas con la mayor ó menor humedad dependiente de tantas circunstancias y con cada una de las frecuentes variaciones, que en el vuelo de los montes se producen, no solo por las diferentes condiciones de las especies, método de beneficio y cortas, etc., por las de la vegetacion en cada estacion y las que produce la edad de los árboles, sino tambien las que son consiguientes á su aprovechamiento y que tambien sucede una cosa análoga en los campos y en los yermos, resultará evidente, que si la fórmula espresa la relacion de las variables antedichas, si puede dar en un momento determinado coeficientes aceptables, siempre empero que se determinen los valores de V' y T' como dejamos indicado, tales coeficientes no tienen otro que el de indicadores y son de dificilísima si no imposible racional aplicacion, porque lo es apreciar la importancia de cada una de las condiciones *esencialmente variables*, que en ellos influyen; de manera que no dicen, porque no puede decirse, la

*cantidad* de la influencia general y si solo demuestran mas gráficamente que las consideraciones puramente analíticas su *calidad* y aquella en momentos y para casos determinados; cierto es sin embargo que aunque las condiciones de los lugares ó de las lluvias no sean iguales pueden los coeficientes servir para justificar la influencia, que se trata de conocer, porque es indudable que, si en los montes siendo aquellas peores resultan favorables, lo serían mucho mas si fueran iguales, como lo dicen los autores de la fórmula al hablar de las *dificultades* de la aplicacion; pero esto tampoco dá al procedimiento la exactitud, que se pudiera creer consiguiente á la aplicacion de las fórmulas algébricas; esta, pues, resulta aceptable como ausiliar del análisis y preferible á los otros procedimientos empleados en la experimentacion para justificar la referida influencia; pero, si no se quieren deducir absurdas ó exageradas consecuencias, se debe tener muy presente que los coeficientes que suministra solo sirven para las mismas condiciones de tiempo y de lugar, esencialmente variables y por lo tanto que deben tomarse mas bien como tipos de comparacion, que fortalezcan las consideraciones analíticas, que como *coeficientes verdaderos de general aplicacion*.

### *Dificultades de aplicacion práctica.*

Además de las ya indicadas referentes á las distintas condiciones de las cuencas de observacion, dicen los experimentadores que se encuentran las consiguientes á las acéquias de riego, de navegacion y flotage y los molinos, fábricas y derivaciones de las aguas para otros objetos; pero es indudable que si estas y otras muchas se pueden presentar, cuando se piden los coeficientes relativos á dos cuencas de alguna consideracion, no sucederá lo mismo si se eligen pequeñas al objeto solo de patentizar la influencia de los montes; pues es posible en los de mucha extension encontrar vallecitos poblados y despoblados de igua-

les condiciones, en que no se encuentran tales obstáculos y se pueden medir las corrientes superficiales al pié mismo de las laderas, que las producen, que es verdaderamente lo que importa.

*Cuencas en que los referidos forestales hicieron sus experiencias.*

*La boscosa* del Zorn, situada en los términos de Walscheid y Dabo, partido judicial de Sarrebourg, forma parte del monte del Estado de Dabo, dividida en dos vallecitos, cuyos talwechs se reunen despues de un curso de 15 kilómetros, siendo la altitud del origen de 900 y 889 metros, su direccion del S-E al N-O y la superficie de 4.222 hectáreas 77 áreas; el suelo, que descansa sobre gres de los Vosgos y puddinga, es bastante profundo y una tercera parte contiene poco humus.

Las pendientes trasversales varían del 20 al 60 y aun algunas veces al 80 p.∞: cada uno de los brazos del Zorn recibe las aguas de dos vertientes una expuesta al N-E y otra al S-O. Las septentrionales están pobladas de pinabetes, en que dominan las edades de 20 á 30 y de 90 á 120 años. Las meridionales tienen dos terceras partes pobladas de pinabetes de 10 á 40 años, algunos robles y abedules viejos y el suelo empobrecido. El resto raso.

Se midió la cantidad de agua llovida con tres pluviómetros puestos á 400, 500 y 880 metros de altitud y el caudal de la corriente con una canal colocada cerca del molino de Dabo.

Las experiencias se hicieron desde el 10 de Julio de 1858 al 31 del mismo mes de 1859, siendo en número de 40, de las que se desecharon 9 por accidentes imprevistos.

*La cuenca despoblada* ó del *Bièvre*, situada en el término de Walscheid, montañas de los Vosgos y monte de Dabo, tiene 455 hectáreas 58 áreas de suelo despoblado y 528 hectáreas 48 áreas de monte: comprende tambien dos vallecitos; el talwech de uno empieza á 3 kilómetros sobre dicho pueblo; el otro se extiende hácia el S y S-E en la garganta del sitio

Fischbachberg, reuniéndose los dos arroyos á 1 kilómetro sobre el primer pueblo y á dos kilómetros por debajo de él se colocaron las canales usadas en las experiencias.

El suelo es igual al de la cuenca anterior, las pendientes inferiores y la parte boscosa es tambien análoga en su vuelo. La no poblada de árboles se compone de *prados generalmente regados, de tierras sitas en la parte llana y poco pendiente y el resto de pastos y yermos.*

La lluvia se midió con un pluviómetro colocado en Walscheid, punto céntrico.

La medicion de las aguas corrientes se hizo con algunas dificultades por las acéquias del riego y fábricas, pero dicen los experimentadores que todas se vencieron.

Aunque las experiencias duraron tres meses solo se consideran exactas las de 15 de Enero á 27 de Febrero de 1859.

### *Conclusiones.*

Los resultados obtenidos y consecuencias que de ellos han deducido los experimentadores, son :

#### 1.º *Coefficientes generales de la corriente superficial.*

Cuenca del Zorn (boscosa) . . . . .	0'0529.
Id. del Bièvre (en su mitad despoblada) . .	0'1270.

#### 2.º *Coefficientes generales de accion inundante.*

Cuenca del Zorn . . . . .	0'01743.
Id. del Bièvre . . . . .	0'03910.

Como estos coeficientes corresponden á diferentes épocas no los admiten como buenos los experimentadores y por lo tanto buscaron los correspondientes á las dos cuencas en un período comun, desde el 8 de Diciembre de 1858 al 8 de Marzo siguiente, hallando los siguientes resultados:

1.° *Coefficientes generales de la corriente superficial.*

Cuenca del Zorn. . . . .	0'079.
Id. del Bièvre. . . . .	0'127.
	<hr/>
Diferencia. . . . .	0'048.

Es decir el 50 p.  $\cong$  del 1.° de menos en su cuenca.

2.° *Coefficientes de accion inundante.*

Cuenca del Zorn. . . . .	0'0213.
Id. del Bièvre. . . . .	0'0391.
	<hr/>
Diferencia. . . . .	0'0178.

Es decir el 83 p.  $\cong$  del 1.° de menos en su cuenca.

Aunque estos coeficientes no son completamente despreciables, como en cierto modo dió á entender en la Academia de ciencias M. Vaillant, no debe sin embargo considerárselos de gran valor, como algunos ingenieros han supuesto, ya que las cuencas no reúnen las condiciones necesarias, que pudieran poner de manifiesto la verdadera influencia de los montes aludidos, segun se desprende de nuestras anteriores consideraciones y de la descripcion, que de aquellas hemos hecho, sirviendo tan solo de un dato mas en la discusion del gran problema de la influencia de los montes en la distribucion de las aguas de lluvia, en que se han aducido por nuestros adversarios pruebas experimentales de peores condiciones, como dejamos demostrado.

Ahora bien, fácilmente se deduce de lo expuesto que para evitar radicalmente los daños, que los torrentes é inundaciones producen en las montañas y en los valles; para hacer á unas y otros mas productivos; para convertir las perniciosas aguas torrenciales en pacíficos arroyuelos, que dieran á la agricultura sus caudales cristalinos y fertilizantes y utilísimos motores á la industria, que allí con ellos encontraría reunidas muchas primeras materias y brazos robustos, el medio mas idó-

neo y económico será siempre regenerar los montes en aquellas destruidos; pero para ello se necesita bastante tiempo y durante él no privar á los pueblos montañeses de sus únicos recursos, ni dejar continuar los daños arriba y abajo; de aquí que sea necesaria la combinacion (1) de la repoblacion arbórea y herbácea con las presas forestales y sencillos diques para conseguir pronto, equitativa y económicamente tan apetecidos resultados, como la experiencia lo acredita ya en Francia, según dejamos manifestado, aunque es sensible que se hayan emprendido los trabajos en tan pequeña escala, cuando tan cuantiosos son sus beneficios y tantos los perjuicios que cada día irrogan á comarcas dilatadas los torrentes é inundaciones, cuando tantos millones emplea en obras mas propias para fomentar el lujo y la molicie que la riqueza nacional y el bienestar de los pueblos; obras que producen la centralizacion de las clases acomodadas y proletarias y con ella la desmoralizacion y la miseria consiguiente no solo en las grandes ciudades sino tambien en los pueblos y en los campos abandonados y esquilados con las exigencias de aquellas por la *fuerza* alhagadas y en demasía protegidas sin razon y sin provecho, pues que la historia nos presenta como infalible precursor de la decadencia de los pueblos la centralizacion enervante, que tanto ha costado y cuesta actualmente á esa nacion infortunada..... pues que el remedio es conocido, lo lógico es emplearle con decision en todas partes lo mas pronto posible y así con menos sacrificios se obtendrán primero tan apetecibles resultados, que no solo aumentarán de una manera muy considerable la produccion sino que con ella y con el bienestar que en los pueblos se experi-

---

(1) No nos ocuparemos en discutir la mas conveniente y el sistema que debiera preferirse, porque debiendo variar con las condiciones de cada comarca, ó habríamos de ocupar en ello mas espacio del que podemos disponer ó concretarnos á decir algunas generalidades innecesarias para quien se haya fijado en la accion demostrada para cada uno de los medios que deben emplearse.

mente se combatirá tan perniciosa centralizacion extendiendo por los campos regenerados la poblacion, que en ellos recobrará el vigor que la molicie é insanos placeres le arrebatara en las ciudades. Y si esto decimos respecto á nuestra vecina y hermana Francia ¿qué no pudiéramos respecto á la esterilizada y empobrecida pátria nuestra?; porque aquí, nos sonroja consignarlo, pero es la verdad, de lo plausible se hace menos y mas de lo vituperable caminando á pasos agigantados á un abismo insondable, ya se la considere social, ya económicamente; pero cuando no se atiende cuál debiera al *hoy* ¿cómo se pueden preparar los beneficios del *mañana*?.....

¡ Quiéramos sin embargo el cielo que nuestros gobernantes, persuadidos de la necesidad imperiosa y urgentísima de abandonar el camino de perdicion hasta ahora desde hace muchos años seguido, emprendan con ánimo resuelto el solo, que puede devolvernos en plazo mas ó menos largo las fuerzas perdidas, el bienestar y la abundancia, que todos para nuestra pátria deseamos, empezando por escuchar y satisfacer los clamores de los pueblos, que en vano hasta ahora han pretendido que se haga *menos política y mas administracion*; que se dicten pocas, buenas y bien meditadas leyes, pero que se cumplan y que hablando poco y haciendo mas se siga con enérgica decision el plan, que un estudio detenido, sério y concienzudo de las condiciones de nuestra pátria, dicte como el mas idóneo para que con menos sacrificios y en menor plazo pueda sacársela de su actual postracion, de la pendiente rápida que la conduce á un insondable abismo de desdichas y miseria, abandonando para siempre el sistema nefando, que á tan deplorable situacion ha conducido al que, por tradicion sin duda, llaman envidiado y envidiable país!

## VI.

Resulta de cuanto dejamos expuesto en este larguísimo estudio que :

1.° Los montes aumentan y regularizan la cantidad de vapor y la humedad del aire de la manera mas conveniente á la vida animal y vegetal, ya que su accion es proporcional al calor y la luz, agentes que principalmente la hacen necesaria y al tiempo, con lo cual se evitan las grandes alternativas de sequedad y humedad excesivas, origen de tantos desórdenes en el clima y en la física terrestre, de que tan directamente depende el bienestar de los pueblos; mientras que con los yermos y con los campos de la region forestal sucede lo contrario.

2.° El rocío y el relente deben ser mayores en los primeros que en los segundos y terceros, pero en estos la escarcha mayor y mas frecuente que en aquellos.

3.° Durante el período de la vegetacion activa de los árboles forestales, es decir en la época de los mas fuertes calores, llueve mas en los montes que en los yermos y en los campos, siendo el exceso producido mas bien por el número que por la intensidad de las lluvias y tal que tambien la cantidad de agua, que al suelo de los primeros llega, es mayor que la que en los segundos y terceros se recoge : no siempre sucede lo mismo en el período de la vegetacion pasiva ; pues, cuando no es menor la cantidad de agua llovida, es igual ó poco mayor, y como aquella diferencia es mucho mas considerable, resulta tambien que la total caida durante el año sobre y debajo de los árboles de monte es siempre mayor que la que en los yermos y en los campos se precipita con menos frecuencia, aunque muchas veces con lamentable intensidad originando no pocos perjuicios.

4.° Ya porque descarguen las nubes tormentosas del gra-

nizo en ellas contenido retardando la formacion de otro con el aumento considerable de su masa y disminucion de su electricidad, ya porque con su influencia en los vientos las desvien de su camino, es indudable que los montes abrigan las comarcas del lado opuesto de los perniciosos efectos de tan temido meteoro, mientras que nada de esto sucede con los yermos y los campos de la region forestal, si ya por los efectos en ellos de la radiacion solar no aumentan las condiciones perniciosas de nubes semejantes.

5.º Para una determinada cantidad de agua llovida, en los montes aumenta la evaporacion con el tiempo que dura la lluvia, ó lo que es lo mismo en razon inversa de su intensidad, la filtracion en razon directa de ella y queda anulada en todos casos la corriente superficial; mientras que en los yermos y los campos, si bien se verifica en parte lo primero, la corriente superficial siempre considerable, en las lluvias que lo son, está en razon directa de su intensidad y por la evaporacion unas veces y por aquella otras, es de ordinario casi nula la filtracion.

6.º Los montes, por su propia influencia, dan origen á los manantiales superficiales y aumentan el caudal de los profundos, mientras que nada de esto sucede con los yermos y los campos, como es consiguiente á la influencia de unos y otros en la distribucion de las aguas de lluvia y nieve procedentes.

7.º Finalmente, con los montes no se producen, y si ya existen se anulan los torrentes y las inundaciones, causa evidente de la esterilizacion de las mas fértiles comarcas, mientras que con los yermos y los campos se origina y se fomenta su accion perniciosísima.

*Podemos, pues, decir que con los montes se presenta el agua, en la admósfera y en el suelo en las condiciones mas apetecibles para ejercer ordenadamente su mision importantísima, mientras que con los yermos y los campos de la region forestal lo hace en las mas propias para convertir en áridos desiertos las mas fértiles comarcas; que si aquella en justas proporciones es condicio-sine-qua-non de la vida, tambien causa de la deso-*

*lacion y de la muerte, cuando desordenadamente se presenta en la atmósfera ó en el suelo.*

Ya que, aunque lacónica y pálidamente, hemos trazado el cuadro de la influencia de los montes en los hidrometeoros y distribución de sus aguas, parécenos oportuno indicar, como tenemos prometido (pág. 304), la que en tal concepto les han reconocido algunos sábios climatologistas y recordar la opinion discutida de nuestros mas decididos adversarios.

Para convencerse de que, aunque el ilustre *Humboldt* se ocupó mas de temperaturas que de hidrometeoros, no rechazaría nuestras conclusiones, basta recordar su célebre sentencia (pág. 446); que en su ya citada obra (pág. 28) pone como una de las causas, que en América tienden á *disminuir la sequía y el calor originando un clima*, «*que por su humedad y su frescura contrasta singularmente con el del África*».... «*los montes, de que está cubierta la llanura cruzada de rios, próxima al ecuador; montes impenetrables, que protegen la tierra contra el sol ó que no dejan pasar sus rayos sino despues de tamizarlos á través de su follage y que en el interior del país, en los lugares mas distantes del mar y de las montañas, exhalan en el aire enormes masas de agua, que han aspirado ó producido por el acto de la vegetacion*» que diga asimismo (pág. 64) que disminuyendo los montes se seca el suelo y el clima lo mismo en América que en Asia y finalmente (pág. 343 nota) *que la falta de vegetacion produce la de la lluvia, como la de esta produce aquella.*

La opinion del ilustre *Bousingault* ya la dejamos consignada y discutida (pág. 310, 337, 444 y siguientes) y si bien se muestra perplejo algunas veces, ya hemos dicho la causa probable de su falta de resolucion y de sus equivocados razonamientos; pero seguramente de su obra se deduce que hubiera admitido completamente las consecuencias precedentes y las teorías de que se desprenden.

En el mismo caso se encuentra el ilustre *Becquerel*, que en la parte mas esencial admitió los datos y consecuencias del an-

terior y es bien seguro que en presencia de nuestros razonamientos, rechazará las diferencias producidas por sus lamentables preocupaciones mostrándose completamente conforme con aquellos y las consecuencias, á que nos han conducido, ya que se desprende de sus memorias tantas veces citadas, que lo está en los puntos, de que el anterior no se ocupó, ó solo muy ligeramente, y él lo ha hecho con detenimiento practicando al efecto experiencias especiales, de que nos hemos hecho cargo en su lugar oportuno.

*El ilustre Gay-Lussac*, despues del párrafo que dejamos transcrito (pág. 163), decia en 1837: «Otra ventaja que yo no quito á los suelos boscosos, es favorecer la abundancia de los manantiales. En efecto, todo lo que pueda detener la velocidad de las aguas de lluvia y les permita infiltrarse lentamente en el suelo en lugar de correr torrencialmente, es favorable á los manantiales. Pero esta ventaja, que se atribuye á los montes, la posee en mas alto grado tal vez (1) la vegetacion herbácea; los tallos numerosos y apretados de raices delgadas y entrelazadas componen un césped espeso y esponjoso que quiebra perfectamente los movimientos del agua, reteniéndola y cediéndola poco á poco » (2), de manera que es el que menos confianza muestra en la benéfica influencia de los montes, de que no se ocupó sino para hacer objeciones entonces difíciles de resolver especialmente por los que, como él, miraban la cuestion desde su gabinete.

Tampoco el *ilustre Arago* debia conocer mucho la influencia de los montes, si es cierto el párrafo que tomándolo de M. Vallés dejamos transcrito (pág. 373), cuando no supo interpretar los resultados de las lluvias observadas en Viviers y tales dudas produjo un hecho semejante; pero tanto este como el anterior estudiaron tan poco estas cuestiones, que no son de grande importancia sus dudas y afirmaciones.

---

(1) Ya hemos dicho (pág. 526) que no es admisible esta duda.

(2) Becquerel.—Memoria citada de 1865.—Pág. 79.

Es digno de observarse que mientras así proceden los sábios ó no sábios que de la influencia de los montes se han ocupado sin conocerlos, *todos* los que los han estudiado detenidamente se han declarado decididos partidarios de su influencia benéfica, aunque algunas veces sin comprender las causas verdaderas, que en cada caso produjeron los efectos observados, y es que estos se presentan de una manera tan evidente y repetida que no puede en duda ponerse la dependencia que tienen de los montes: por esta razón dudan los que no los conocen y tienen firme convicción los que han sentido con insistencia los aludidos efectos, cual sucede á los habitantes de las montañas, siquiera no alcancen muchas veces á explicarse la acción compleja de causas, que no tan patentemente se presentan á su vista.

Ya hemos indicado (páginas 279, 289 y 365) la opinión del ilustre *M. Mariè-Davy* y la causa de sus equivocados conceptos sobre la influencia de los montes en la lluvia y distribución de sus aguas y como al propio tiempo hicimos ver la invalidéz de aquella, seguros estamos de que así reconociéndolo apreciará en todo su valor la poderosa influencia benéfica de los montes en el clima, ya que de buen grado así lo ha hecho relativamente á la que con sus productos ejercen en la vida de los pueblos.

En análogas circunstancias se encuentra el no menos ilustre *M. Surell* y á no dudarlo con el entusiasmo y brillantéz, con que ha explicado la influencia irremplazable de los montes en los torrentes é inundaciones y en la riqueza de los pueblos, se ocupará de la que tienen en el clima, de que antes dudaba por no haber hecho de ella un estudio tan concienzudo y acabado, ni dispuesto de pruebas tan patentes, que en verdad no es posible darle por sus inherentes dificultades y por las malas condiciones de las experiencias hasta ahora practicadas, salvas muy raras escepciones.

La opinión de nuestro ilustrado adversario *M. Vallés* ya la dejamos discutida en muy diferentes páginas, como que,

á parte la influencia en los torrentes y en los manantiales superficiales, es en cierto modo completamente contraria á la nuestra é inadmisibile, segun dejamos demostrado.

De esta lacónica exposicion resulta que si en la influencia de los montes en los torrentes, están conformes amigos y adversarios, aunque esplican el efecto de muy distinta manera, no así en las demás que dejamos demostradas en este estudio, pudiendo clasificarse en tres grupos los que han tomado parte en esta hasta ahora poco ordenada discusion; *uno* compuesto de los sábios Humboldt, Bousingault y Becquerel, que mas ó menos categóricamente confirman la benéfica influencia sostenida por los *forestales todos* y por la opinion pública; *otro* compuesto de los que con los ilustres Gay-Lussac y Arago menos afirman que dudan por no conocer bastante los montes, y el *tercero*, en que contamos á los ilustrados Mariè-Davy, Vaillant y Vallés, que por la misma causa y por haber apreciado como buenas experiencias absurdas, se han declarado contrarios á tales influencias; de manera que, aunque no por las razones en que fundaba su reproche, como dejamos demostrado (pág. 176 y siguientes), M. Vallés pudo decir que no estaban completamente conformes todos los meteorologistas, como dice aseguraba el ilustre M. Becquerel, si bien es seguro que este no daba á su aseveracion la generalidad que se le atribuye y en ella se referia *tan solo á la influencia de los montes en la filtracion y en los torrentes*, influencias especiales, en que no están aquellos discordes esencialmente, ni en lo principal tampoco el mismo M. Vallés, como dejamos indicado; es de creer por lo tanto que el último hizo esta y otras críticas sin asegurarse de las aseveraciones, que tan duramente combatía, mas que á otro objeto para dejar expedito el camino de sus absurdas teorías, como así parece desprenderse de su misma obra (páginas 6 y 7 entre otras).

Teniendo presente nuestros ilustrados y benévolos lectores el muy limitado espacio, que ya nos queda disponible para ocuparnos de las gravísimas cuestiones, que aun tenemos que

dilucidar, no estrañarán seguramente hayamos prescindido de hacer un detenido exámen crítico de las opiniones, que sobre el objeto del presente estudio han emitido los citados climatologistas, ni que muy pocas palabras dediquemos á recordar, que no demostrar, *la importancia suma del agua en la vida* de los pueblos, con que debemos terminarle (1); y en verdad que lo sentimos, porque, aunque cansada nuestra pobre y siempre mal dirigida pluma, si correr pudiera libremente, algo escribiera (2) que fuera digno final de la materia, con que tantas páginas hemos ocupado.

Basta sin embargo, para comprender la necesidad imprescindible del agua, recordar que todos los pueblos se encuentran y no pueden menos de encontrarse cerca de los rios ó manantiales; que si la fertilidad de los oasis contrasta con la aridez del Gran Desierto es solo por efecto del agua, que en ellos se encuentra en la superficie; que si los Llanos y las Pampas de la América durante la estacion seca aparecen completamente desnudos de vegetacion, en la lluviosa la presentan lozana y vigorosa dando vida y animacion á todos los séres, que pudieron soportar las horribles condiciones del desierto, el hambre y la sed devoradoras, que han hecho inhabitables tan vastas llanuras, cuando hasta en el pantanoso delta del Orinoco viven los

---

(1) D. Lino Peñuelas, distinguido y muy Ilustrado ingeniero de minas, empezó á publicar en la Revista forestal, económica y agrícola del año corriente una série de artículos sobre *el agua*, que, á juzgar por el primero, han de ser interesantísimos; mucho sentimos que no se haya continuado la publicacion con regularidad, privándonos del auxilio que sus profundos conocimientos pudieran suministrarnos en la muy árdua empresa, que nos hemos impuesto.

(2) Entre otros materiales teníamos para este lugar preparadas algunas noticias sobre riegos, que no insertamos al objeto de disponer de mas espacio para lo mucho que aun tenemos que decir sobre el gran problema de los montes públicos; no dejaremos sin embargo de aprovechar la primera ocasion, que se nos presente para consignar algunos datos prácticos interesantes á los que se ocupan en el estudio de aquellos.

*Guanacos* sobre la palmera *mauritia*; basta recordar que comarcas en otro tiempo fertilísimas están convertidas en áridos desiertos por carecer de agua en buenas condiciones y que este cambio lamentable pudieran sufrir con el tiempo las ricas Huertas de la Ribera del Júcar, Alicante, Valencia, La Plana, Tortosa y otras, que aun se conservan en España, si continúa la tala y el descuaje de los montes, de donde proceden las aguas de sus preciadas azéquias, porque sin ellas la vida es imposible; por eso sin duda antes se consideraba como uno de los tres elementos esenciales de la vida; porque reconocian su importancia los griegos y romanos divinizaban los rios, á cuyas orillas celebraban sus fiestas á las flores, es decir al bienestar y á la abundancia; por eso tambien decía Seneca que «*la aparición de una fuente abundante merece altares*» y en ellas los antiguos suponian la existencia de divinidades misteriosas, las Ninfas, las Naiades y Nereidas, siendo el agua tenida por el símbolo de la abundancia y los placeres; y en vista de esto y recordando la proteccion que dispensaban á los montes poniéndolos al amparo de sus dioses, tal vez no fuera temerario suponer que *sentian*, aunque no supieran esplicarse la causa verdadera, la relacion íntima que existe entre los últimos y aquellas; relacion que hemos procurado evidenciar á la razon de los que por hallarse lejanos de los hechos no pudieron apreciarla por el sentimiento como aquellos y como todos los que ven cada dia los efectos de la tala y el descuaje de los montes; *relacion íntima é indudable que hace que la conservacion de estos en buenas condiciones sea uno de los primeros deberes de todo Gobierno, ya que no solo con ella nos procuran ese elemento indispensable á la vida, cuando se presenta en las apetecidas condiciones, sino que evita los perjuicios incommensurables que el agua produce cuando desordenadamente corre por la superficie de la tierra alternando con las sequías extremadas*; que ya hemos dicho que si con aquellas es principio y *condicio-sine-qua-non* de la vida, en las últimas uno de los agentes mas poderosos de la desolacion y de la muerte, como lo acredita con he-

chos bien patentes la historia de nuestra pátria tan frecuentada por los vientos del Desierto y en gran parte tostada por los abrasadores rayos del sol de los trópicos, haciendo en ella mas que en otras regiones necesaria el agua en buenas condiciones, de que si estuvo bien provista hoy se encuentra lamentablemente escasa reduciendo á muy estrechos límites la produccion y haciendo inhabitables extensísimas comarcas; de manera que si los montes en todas partes han merecido por su benéfica influencia la proteccion de los gobiernos, en nuestra nacion infortunada la exigen con mayor motivo por ser mas necesaria aquella; ya que, no obstante las alharacas de algunos *agronomos de gabinete*, nuestro suelo y nuestro clima mas cada dia se asemejan al suelo y al clima del Desierto por el furor con que se talan y descuajan los pocos montes, que aun nos quedan y que desaparecerán en breve, si se continúa prestando oídos á la palabrería de los *economistas poetas* y á los políticos mercantiles y despreciando los consejos prudentes de la ciencia.

Pero no todos los montes tienen la misma influencia en los hidrometeoros, como tampoco en el aire, en el suelo y en la temperatura, segun dejamos manifestado, y por mas que fuera tal vez conveniente discutir en este lugar la que corresponde á cada tipo, mas oportuno creemos dejarlo para el *resúmen* de esta *primera parte*, porque en él podrémos hacer consideraciones generales de mas trascendencia sin incurrir en tan enojosas repeticiones.

---

## ESTUDIO QUINTO.

### Los montes en sus relaciones con las necesidades que los pueblos tienen de sus productos característicos.

SUMARIO. I. Idea general sobre la necesidad de los productos forestales; no son incompatibles con el hierro y con la hulla. A falta de datos suficientes sobre la producción y consumo en España hemos de utilizar los que arroja la estadística francesa. Orden en que nos ocuparemos de unos y otros.

II. La madera y el hierro en la construcción civil y naval, en los ferrocarriles, en la minería, en la telegrafía eléctrica, en la pipería, en el arte de la guerra y otros usos. — El consumo anual en Francia asciende á 6.571,300 metros cúbicos de productos maderables de un valor de 700 á 800 millones de francos en el mercado. *Producción, precio, importación y exportación. Producción y consumo del hierro.* Este no puede sustituir á aquellos. La importación permanente de productos maderables ni basta, ni puede satisfacer todas las necesidades, porque no alcanza á las regiones continentales y además se despueblan rápidamente Suecia, Noruega y Rusia; Alemania no podrá por sí sola atender á aquellos y el Canadá, Estados-Unidos y todos los grandes centros del comercio actual caminan á su ruina forestal precipitadamente resultando inadmisibles el argumento de la importación, como lo es el ejemplo de lo que pasa en Inglaterra.

*Composición de la madera.* De la celulosa y la materia incrustante en su relación con las condiciones de los productos maderables. — Época más conveniente de la corta de los árboles. — *Conservación.* — Se predisponen favorablemente los productos dejando á los cortados las ramas, follaje y corteza hasta la primavera, cuando sea posible. — El descortezamiento total ó parcial en pie no dá buenos resultados. — Cobertizos y almacenes. — Inmersión en el agua dulce, salada y vasa salobre. — *Preparación de madera.* Procedimientos del doctor Boucherie y Legé-Fleuri-Pironnet.

III. La leña y la hulla. — No se cumplirán los tristes vaticinios de Colbert en concepto de los adversarios de los montes. — Condiciones del combustible vegetal. — Ventajas é inconvenientes de la carbonización. — Diferentes sistemas. Peso específico y potencia calórica de los combustibles, según la, experiencia, de M. G. Brigs. — Las condiciones de la hulla permiten más económico transporte. — Consumo de combustible vegetal en París. — El de Francia solo para hogares debiera ser de 76.000,000 esterios de leña; 46.000,000 esterios más de los que producen los montes; no puede suministrarlos la importación; en parte se remedia la falta con las plantaciones

de ribera, lineales y árboles frutales, con sarmientos, paja, &c. Los pueblos que, como *Lagrove*, carecen de combustible se ven reducidos á la mayor miseria. — La necesidad del vegetal se patentiza mas en la *meta-lurgia del hierro*; en ella se emplean 40 millones de esterios de leña reducida á carbon. *Cantidad de hulla extraida é importada* en Francia; no puede aumentar mucho la importacion por las mayores dificultades y gastos que cada dia ocasiona la explotacion y el aumento de consumo en otras naciones. En 100 años Inglaterra habrá agotado los 83.000 millones de toneladas, que se calcula existen hasta 4.000 piés de profundidad.— Entonces se cumplirán para el mundo los tristes vaticinios, que Colbert hizo para Francia, si los pueblos no previenen en parte el mal fomentando los montes desde luego; aunque la hulla no se agotara, nunca podria satisfacer como la leña de los montes próximos las necesidades de muchos pueblos.—**IV. Otros productos.** Por sí sola esta interesante materia exigiria para su completa descripcion un voluminoso libro: solo podemos hacer breves indicaciones sobre la *pasta de papel, azúcar, fécula y bebidas espirituosas, aceite y gas para el alumbrado, ácido acético, mitilena, &c. y diferentes productos medicinales, sobre la lana y tegidos vegetales, resinas, tintes, cascás, corchos y frutos, caza y pesca, pastos y forrajes*, que de los montes se obtienen dando origen á gran número de industrias y con las *rozás, hojarasca, acarreos y operaciones de cultivo y aprovechamiento*, vida y riqueza á los pueblos confinantes, para que se haga patente que tambien por sus productos tienen los montes incuestionable y grandísima importancia en la vida y en la riqueza de las naciones.

## I.

Para dejar demostrada de una manera incontrovertible la grandísima importancia de los montes en la prosperidad, mas aun, su necesidad imprescindible en la existencia de los pueblos, objeto esencial y casi exclusivo de la primera parte de nuestro libro, bastaríanos seguramente reasumir y completar con algunas consideraciones generales las teorías ya expuestas sobre la influencia que tienen en el aire y sus corrientes, en el suelo, en la temperatura, en los hidrometéoros y distribucion de sus aguas; pues que dependiendo la *vida* de la accion de tan poderosos agentes y las condiciones de estos de los montes, es indudable que, aunque solo se consideren bajo el punto de vista de su benéfica influencia en aquellos, deberán siempre con razon tenerse por una condicion ineludible de la primera, esto es de la existencia de los pueblos.

Pero los montes no solo obran de esta suerte , que con sus cuantiosos y variados productos constituyen uno de los mas importantes ramos de riqueza , siendo los principales y característicos, la madera y la leña, artículos de primera necesidad para los pueblos hasta el punto de que su falta sea tenida por causa de miseria extrema y su abundancia como signo indudable de prosperidad y bienestar ; no es sin motivo que así se califican, cuando ya miremos los edificios que de la intemperie nos resguardan ; ya los muebles de que á todas horas nos servimos ; ya el hogar en que se condimentan nuestros alimentos y donde nos procuramos el calor necesario á la vida en las frias estaciones ; ya la marina de guerra que hace respetar en nuestras costas y en lejanos mares el patrio pabellon ; ya la mercante y las vias férreas, instrumentos indispensables del comercio nacional ; ya los telégrafos, gloria del siglo XIX ; ya los envases en que conservamos y trasportamos los mas ricos y abundantes productos de la agricultura y de la industria ; á cualquiera parte en fin donde nuestra vista dirijamos, ya nos hallemos en los palacios de los príncipes, ya en la mas humilde choza , siempre aquellos productos de los montes encontraremos, aunque en condiciones muy diversas, significándonos su utilidad incontestable y las artes infinitas, á que sirven de elemento.

No es , pues , estraño que por concesiones gratuitas de los productos forestales los reyes y señores poblaran sus estados dando origen á la mancomunidad y otras servidumbres especiales tan funestas á la conservacion y hoy á la regeneracion de los montes destruidos en mal hora ; que despues su escasez obligara á los gobiernos de todas las naciones á dictar leyes penales severísimas para evitar á los pueblos las consecuencias tristísimas de la carencia de tan indispensables productos y no sin razon bastante dice M. Decaisne (1) *que se extingui-*

---

(1) Manuel de l'amateur des jardins.

*ría toda civilización sobre la tierra si llegara á desaparecer la materia leñosa (le bois); el hierro y la hulla sin embargo han venido en determinadas aplicaciones mas que á sustituirla á colmar los vacíos, que su escasez dejaba en las crecientes necesidades del consumo y esto ha bastado para que algunos aficionados al malhadado sistema de generalizar sin prévio exámen de las condiciones necesarias hayan sostenido que los productos de los montes son innecesarios, que serán con ventaja sustituidos por el hierro y por la hulla; preciso es por lo tanto que procuremos dilucidar esta cuestion, resolver este problema, para que quede patente la importancia de los montes por los productos que nos proporcionan y los peligros á que se expondría la humanidad si los poderes públicos, despreciando los sanos consejos de los prudentes y previsores, siguieran el camino de perdicion que les señalan algunos economistas, que no han sabido ó querido hasta ahora convencerse de que el hierro y la hulla lejos de ser enemigos de los montes son de ellos importantísimos auxiliares, ya formando en su explotacion y beneficio considerables centros de consumo, ya atendiendo á las necesidades de otros por un tiempo limitado, que es precisamente el que aquellos necesitan para ponerse en condiciones normales de produccion; pero como nos falta espacio y competencia para tratar tan vasta cuanto interesante materia en toda su extension y no disponemos por otra parte de datos suficientes, ya que realmente es cuestion de números mas que de razonamientos, brevemente de ella nos harémos cargo.*

Idénticos motivos nos obligan á reducir á simples indicaciones lo que quisiéramos decir sobre otros productos de los montes, que muchos y muy interesantes los suministran, sirviendo de elemento principal á la riqueza y bienestar de considerables comarcas; pero no dejarémos por eso de consignar los suficientes para que traslucirse pueda que los pueblos forestales, cuando los montes se hallan bien poblados y racionalmente aprovechados, cuentan con elementos propios bastantes para ostentar una agricultura especial, una industria y

un comercio de los mas ricos, un apetecible bienestar y por lo mismo que si hoy la mayor parte gimen en la miseria, es precisamente porque les falta la primera condicion de su existencia, los montes; pues con ellos nada tuvieran que envidiar á las mas ricas llanuras, que á su vez están en ello interesadas, no solo por el poderoso auxiliar de la benéfica influencia de aquellos, de que tambien participan, sino porque de sus cuantiosos y variados productos necesitan para ver prosperar su riqueza agrícola, industrial y mercantil, que á todas estas ramas del árbol frondoso de la produccion suministran los montes grandes elementos con sus maderas y leñas, con sus corchos, cortezas curtientes y materias tintóreas, con las sustancias resinosas, textiles, azucaradas, alcohólicas, medicinales y químico industriales, con sus ricos pastos y forrages y otros mil productos, que de ellos pueden obtenerse.

Bien quisiéramos apoyar nuestras consideraciones en las cifras de la produccion y consumo de España; pero siendo escasísimos é incompletos los datos que hemos podido procurarnos á pesar de nuestras reiteradas instancias, no podemos satisfacer las justas exigencias de nuestro amor patrio y habrémos de valernos principalmente de los que arroja la estadística francesa, cuyas cifras han sido diferentes veces discutidas al mismo objeto. Es seguro que los que conozcan algo el modo de ser de España, no nos tacharán de haber elegido elementos favorables á nuestro propósito, porque es indudable que reuniendo condiciones para una produccion forestal mas rica y variada, al presente es mucho menor por estar mas despoblados sus montes, y siendo el consumo proporcionalmente mayor por el peor estado de las vias de comunicacion, por la menor produccion tambien de hierro y combustible mineral y por estar menos generalizado el uso de estos supletorios, es indudable que la importancia de los productos leñosos y la conveniencia y necesidad de regenerar nuestros talados montes será mas evidente, aunque solo se consideren bajo este punto de vista.

Una de las grandes dificultades con que hemos tropezado para la mas breve y metódica exposicion de este punto interesante, dados los incompletos materiales de que para ello disponemos, es el órden que debemos seguir; pero como en los muchos intentados siempre encontramos análogos obstáculos, si bien no podrémos prescindir de referencias enojosas de unos á otros puntos, nos decidimos á ocuparnos en artículos separados *de la madera y el hierro, de la leña y la hulla y de los otros productos de los montes.*

## II.

Los árboles, que condensando el ácido carbónico del aire hicieron posible el advenimiento del hombre en la tierra, fueron indudablemente su primer morada, porque solo en ellos podia encontrar lugar seguro contra los ataques de las fieras, como algunos pueblos salvages le encuentran todavía; de ellos hizo despues su choza y sus armas defensivas y ofensivas y de ellos siempre sacó y aun obtiene los mas importantes materiales para la construccion de sus viviendas; de manera que bien podemos decir, que el primero y principal uso de la madera es la *construccion civil.*

Desconocida es la cantidad que cada año á tal objeto se destina, pero es indudable que si se tiene en cuenta la mucha que para cada casa se necesita, fácilmente se formará una idea aproximada de la enorme á que ascenderá el consumo total de la nacion solo por este concepto.

En Francia se calcula en 1.600.000 metros cúbicos (1) y el valor de los productos creados por las industrias, que en 1847 empleaban la materia leñosa (le bois) como primera, se elevaba, segun la informacion hecha por la junta de comercio, á

---

(1) L'alienation des forêts de l'État devant l'opinion publique, página 152.

101.516,026 fr. en *Paris solamente*, ocupando en este inmenso taller la carpintería el 20.º lugar, la carretería el 16.º, la industria de construcción el 9.º y la ebanistería el 8.º, pasando de 35.000 los hombres ocupados, cuyo número se ha triplicado desde entonces (1).

M. de Lapparent, director de construcciones navales, que en su excelente obra «*Du déperissement des coques de navires etc.*» (1862) cita, entre otras, la primera cantidad, la considera sin embargo muy pequeña relativamente al consumo real, apoyándose en la creencia de M. Burat, profesor de estadística en el Conservatorio de artes y oficios, que evalúa en 10.000,000 metros cúbicos el consumo anual en Francia de maderas de construcción é industria de todas clases.

Estas cifras son seguramente suficientes para indicar la importancia de la madera en el espesado concepto; pero no lo han sido para algunos de nuestros ilustrados adversarios que, al ver en determinados edificios *en parte sustituida* aquella por el hierro, sin mas prueba han deducido que el segundo puede siempre reemplazar á la primera, haciéndola innecesaria y por ende los montes que la producen: si la cantidad de aquel metal fuese tal cual se figuran; si algunas de sus condiciones mecánicas, higiénicas y económicas no fueran contrarias á las que suponen, indudablemente tendrían razón, no para pedir mas ó menos directamente la destrucción de los montes, pues ya hemos visto que estos son por otros muchos conceptos necesarios, sino para rebajar la importancia que se viene dando á la madera; y esa razón se la daría sin mas esplicaciones la pública opinion, aumentando extraordinariamente el consumo del hierro en la edificación y disminuyendo el de la madera; pero no sucede así, que el de la última aumenta cada día y su precio lo hace tambien de una manera alarmante sin que el uso del hierro en tal destino se generalice; sin que salga de estrechos

---

(2) Clavé.—Études sur l'économie forestière.—Pág. 161.

límites (1) no obstante de aumentar cada día su producción en escala sorprendente, como luego indicaremos; y es que, aunque similares ciertas condiciones de estos dos importantísimos artículos, no son todas idénticas y solo la carencia de uno puede inclinar al empleo del otro en sus usos especiales; sus mercados tienen algo de común, pero no se confunden y lejos de perjudicarse se ausilian: para las habitaciones de los hombres y los animales domésticos en igualdad de condiciones será la madera preferida y el hierro para los talleres de la industria, para los lugares en que aquellos no buscan el descanso, sino que van á ejercer su actividad, como la experiencia lo acredita; pues si bien pueden citarse ejemplos en sentido contrario, en la falta del artículo, que según nuestras deducciones debería encontrarse usado, ó en su elevado precio se encontrará explicación satisfactoria.

Otro de los principales usos de la madera se encuentra en la *marina militar y mercantil*.

No hay para que recordar la indudable importancia de cada una en las naciones que, como la nuestra, cuentan largas costas y ricas colonias en lejanos mares; solo si dirémos con el ingeniero naval M. Bonard (2), que la marina no es por de pronto mas que un monton de productos forestales capaces de ser transformados en cascos, mástiles y máquinas de todo género para sus usos especiales; que es imposible si estos productos la faltan; incompleta y decadente si escasos y difíciles

---

(1) Se calcula que en Francia no llega á 1 p.‰ del de la madera y esta relación se vería muy disminuida eliminando la parte correspondiente á los grandes edificios destinados á la industria, los públicos, etc., y si esto así sucede allí ¿qué podremos decir del consumo del hierro á tal objeto destinado en nuestra patria? es bien seguro que no entra por mas del 1 por 1.000 del de la madera, no obstante la grandísima escasez de esta en muy extensas comarcas, circunstancia que tanto ha generalizado el uso de las bóvedas.

(2) Des forêts de la France considérées dans leurs rapports avec la marine militaire—1826—p. 3.

de reunir en las condiciones especiales que los exige ; de manera que el sistema de creacion de estos productos en aquellas y la existencia ó no existencia de la marina son dos órdenes de ideas indivisibles, por mas que durante algunos años se haya con el hierro sustituido la madera con lamentable ligereza, segun luego veremos.

Aquella importancia y esta correlacion hicieron que desde remotos tiempos se concedieran á la construccion naval privilegios especiales sobre todos los montes y plantíos y cuando por efecto de los mismos y de los abusos de los pueblos se hizo mas patente la escasez de los productos deseados, creyendo así poner remedio al mal, pusiéronse los montes bajo la dependencia de la marina de guerra con tan extraordinarias facultades, que á los pueblos y á los particulares hicieron odiosa la riqueza forestal , de que tanto necesitan , sin conseguir el resultado apetecido , aunque sí contener en parte la tala de que venian siendo objeto , cuando abandonados se encontraban á la vigilancia de las autoridades locales ó , mejór aun , al arbitrio de los mas osados.

No creemos oportuno detallar las formas variadas de los especiales productos, que la construccion naval exige, ni tampoco precedente hacer la historia de los distintos procedimientos de que se ha valido para procurarse aquellos ; pero sí lo será que recordemos que las dificultades aumentan cada día no obstante de pagar las piezas deseadas á precios crecidísimos; *porque ni los montes asturianos han tenido maderas para proveer á la marina por algunos siglos , ni el interés particular halla estímulo para dedicarse á crear cerca de los puertos tales productos, como creia el ilustre Jovellanos (1), ni es fácil que de esta suerte se remedie el mal, ni que para el porvenir se evite el conflicto de no hallar en ninguna parte productos semejantes, si los gobiernos continúan dejando al azar lo que debiera*

---

(1) Informe de la sociedad económica de Madrid edicion de 1820—páginas 50 y 51.

el hombre crear y dirigir con perseverancia y cuidado en montes especialmente á este objeto destinados, como muy juiciosamente lo propuso el ilustre Duhamel y en 1826 lo defendió M. Bonard fundándose en consideraciones muy atendibles (1).

Aunque las dificultades con que tiene y ha tenido que luchar la marina para hacer sus acopios de madera, mas que de la cantidad dependen de las especialísimas condiciones que en ellas exige no solo en la forma y dimensiones, si no en las de elasticidad y resistencia, que solo á edad muy avanzada alcanzan un corto número de especies, como el roble, el olmo y algunos pinos para ciertas partes del buque y el olmo y encina para otras, condiciones que al propio tiempo no permiten la aplicacion de las maderas que tengan los vicios y defectos á que tan propensos son especialmente los primeros (2), no es sin embargo de poca importancia aquella, como vamos á ver.

No puede fijarse la cantidad necesaria á cada clase de buque, porque depende de sus dimensiones, formas especiales y sistema de construccion; pero, para que nuestros lectores puedan formarse una idea aproximada, consignaremos las cantidades señaladas por M. Maissiat, presidente de la comision parlamentaria nombrada en 1849 para estudiar los diversos

---

(1) Obra antes citada—págs. 61 y 196.—Pedia que en los montes del Estado de mejores condiciones para ello se eligieran 80.000 hectáreas, de que estarían encargadas á la vez las administraciones especiales de montes y marina, á fin de que las medidas fueran mas acertadas; pero sus consejos, como los de Duhamel, fueron desoidos con grave perjuicio para la armada y para el tesoro, que cada día encontrara peores y mas caras las maderas que aquella necesita.

(2) Los vicios y defectos de las maderas de roble con destino á la construccion naval se hallan indicados con suficientes detalles en el cap. III de la obra de M. L. Garraud, capitan de fragata, *Etude sur les bois de construction*; en la *Instruction sur les bois de marine*, por M. de Laparent y en la de M. H. Nanquette, *Exploitation, debit et estimation des bois*.

servicios de la marina militar en Francia, son, á saber:

Un navío de 120 cañones. . .	6.132	metros cúbicos.
Una fragata de 60 id. . . .	2.752	» »
Una corbeta de 30 id. . . .	1.336	» »
Un brik de 20 id. . . .	723	» »
Un id. de 10 id. . . .	498	» »

Aplicando, M. Clavé, estas cifras á los buques, que para Francia fijaba la ordenanza de 1846, deduce lo siguiente:

*Buques de vela.*

40 navíos. . . . .	247.280	metros cúbicos.
50 fragatas. . . . .	137.600	» »
40 corbetas. . . . .	53.440	» »
100 buques menores. . . .	60.000	» »

*Buques de vapor.*

10 fragatas. . . . .	27.520	» »
90 corbetas. . . . .	120.240	» »

Total. . . . . 646.080 metros cúbicos.

Siendo de 20 años la duracion media, serian necesarios para su conservacion 32.000 metros cúbicos ó 40.000 teniendo en cuenta los desechos; y como escuadradas á viva arista, cual exige la marina, representan 80.000 metros cúbicos sin labrar, esta será la cantidad necesaria para atender á las necesidades anuales de la marina de guerra (1).

«Como las maderas no pueden emplearse, dice M. Clavé (2),

---

(1) En Inglaterra en 1860 se consumieron 90.400 metros cúbicos y en años ordinarios de 33.000 á 45.000 metros cúbicos, que representan en madera sin labrar 180.800, 70.000 y 90.000 metros cúbicos respectivamente.—*Annales forestières de 1861. Pág. 192.*

(2) Obra citada, pag. 226.

inmediatamente despues de cortadas y por otra parte es preciso estar al abrigo de toda eventualidad, la marina tiene que estar provista lo menos para 10 años (1). Los arsenales deben por lo tanto tener en depósito 400.000 metros cúbicos de madera de roble. A esta cifra es preciso añadir 200.000 metros cúbicos de maderas resinosas para mastelería y obras interiores.»

Es de advertir que en estos depósitos deben existir maderas de todas clases y dimensiones proporcionalmente al número que de cada una entren en la composición de cada buque, porque de nada serviría que hubiera muchas de una clase y pocas de otra ó que habiéndolas de todas las clases ó señales no se correspondieran sus dimensiones; esto naturalmente ha de hacer aumentar considerablemente la cantidad depositada, porque no es siempre fácil proveerse en justa proporción de todas, ni prudente dejar de adquirir las de figura que, especialmente en las cortas de los montes del Estado y otros públicos, se presenten.

De los medios utilizados para conservar las maderas depositadas, que están á mil peligros expuestas, nos ocuparemos al hablar al fin del presente artículo de los *diferentes sistemas de conservacion y preparacion*.

La *marina mercante* necesita tambien en Francia anualmente, segun M. Clavé (2), 60.000 metros cúbicos de madera de

---

(1) En Inglaterra no se usa hasta tres años despues de la corta la madera del país; la de Tecka de Malabar no exige tanto tiempo y como allí se consume mas de la segunda que de la primera, de aquí que solo se considere necesario tener en depósito 92,000 metros cúbicos, es decir para el consumo de dos años. *Annales forestières* de 1861, pág. 192. Esto sin embargo tiene grandes inconvenientes como la misma nacion los experimentó á principios de este siglo á consecuencia de los decretos de Berlin y de Milán, que la cerraron los puertos del continente europeo; pues viéndose precisada á utilizar maderas del Canadá recién cortadas, los buques construidos no duraban mas de 5 años, muchos de ellos uno ó dos y algunos no llegaron á salir á la mar.—*L. Garraud. — Études sur les bois de construction*. Pág. 225.—Bonard.—Obra citada.—Pág. 12.

(2) Obra citada págs. 235 y 368.

roble escuadrada ó sean 120.000 metros cúbicos sin labrar, además de las maderas resinosas y como no se las puede procurar buenas á precios arreglados, *usa cualesquiera, siendo esto una de las causas* de su inferioridad relativamente á las de otras naciones (1), pues costando los buques una cuarta parte mas que á los norte americanos, siendo además menor su duracion y consiguientemente el tiempo de amortizacion del capital, no pueden sus fletes competir en baratura con la de los últimos.

En Inglaterra es mucho mas considerable el consumo de maderas en tal concepto, elevándose á 282.360 metros cúbicos los empleados en las nuevas construcciones y una cantidad respetable en la reparacion de los buques viejos (2) y como producen muy pocas sus 40.000 hectáreas de montes reales y 15.000 de montes altos particulares, casi en su totalidad proceden de los muy extensos de sus colonias, que pro-

(1) Segun el *Repertorio del Veritas la marina mercante de vela y de vapor* de los diferentes paises se compone:

MARINA MERCANTE.	BUQUES DE VELA.		BUQUES DE VAPOR.	
	Número.	Toneladas.	Número.	Toneladas.
Inglesa. . . . .	23 165	6.993.134	2.426	1.651.667
Americana. . . . .	7.025	2.400.697	597	513.792
Alemana. . . . .	4.320	1.046.044	127	105.131
Noruega. . . . .	3.652	989.882	26	7.321
Italiana. . . . .	3.395	907.570	86	36.358
Francesa. . . . .	4.968	891.828	288	212.976
Española. . . . .	3.036	545.607	148	72.845
Holandesa. . . . .	1.690	444.111	82	39.403
Griega. . . . .	1.860	375.680	8	3.267
Rusa. . . . .	1.306	346.176	62	28.422
Sueca. . . . .	1.930	340.188	83	18.633
Austriaca. . . . .	852	317.780	74	44.312
Danesa. . . . .	1.415	183.510	44	12.085
Portuguesa. . . . .	368	87.018	18	13.126
Belga. . . . .	72	26.148	14	10.442
Diversas. . . . .	464	147.196	49	23.550
TOTAL. . . . .	59.518	16.042.479	4.132	2.793.332

(2) *Annales forestières* 1861, pag. 397.—Extracto del *Farmer's-magazine*.

curan aprovechar con alguna mas cautela, de la que nosotros empleamos en las nuestras de Oceanía al mismo objeto utilizables.

De lo dicho resulta que, no obstante el entusiasmo con que en la marina se ha sustituido el hierro á la madera en estos últimos años, son todavía muy considerables las cantidades de esta empleadas y mas lo serán cada dia ó mucho se ha de reducir tan poderoso elemento de fuerza y de riqueza; porque ya la experiencia ha acreditado, que si la *necesidad*, que si la escasez de productos forestales apropiados puede aconsejar la por algunos decantada sustitucion, hay poderosas razones para no aceptarla, como vamos á ver examinando brevemente las ventajas é inconvenientes que presentan *los buques de madera y los de hierro*.

Los últimos son mas ligeros; proporcionan á igualdad de desplazamiento mayor tonelaje; están menos expuestos á averías; tienen mas resistencia y solidez, aunque no en todas sus partes, segun M. Robinson; es mayor su duracion, si se cuida de pintarlos cada año; puede dárseles mayores dimensiones sin perjudicar á su solidez y cuando están las planchas con cuidado claveteadas presentan un conjunto rígido y homogéneo, cuyos elementos no están expuestos á resbalar unos sobre otros deformando los perfiles primitivos con perjuicio de sus condiciones marineras (1); pero á estas ventajas acompañan muchos y cuantiosos inconvenientes. Segun el informe presentado sobre este particular al Almirantazgo inglés por M. Robinson Contralor. de la marina, el hierro presenta entre otros los siguientes:

La delgadez de las planchas expone á grandes peligros en

---

(1) Esto no obstante se producen efectos contrarios cuando se declaran vias de agua, ya por efecto de las balas de cañon en el combate, ya por los golpes de mar; pues si bien se previenen con dobles fondos, cuando el agua llega á ellos se detienen los movimientos en mayor escala que en los buques de madera.

el choque de las rocas y «de aquí, dice, la necesidad de poner dobles fondos, compartimientos herméticamente cerrados y otras disposiciones variadas que complican mucho la construcción y aumentan considerablemente el gasto y el peso; de aquí también la rapidez con que se degrada la cala de los buques de hierro y la pérdida de todas las cualidades que quita á un buque la adherencia de una gran cantidad de zoofitos (1). No se ha hallado hasta ahora otro remedio á este mal que hacer entrar al buque en dique y limpiarle. Es preciso añadir aun, dice también, la extrema incertidumbre que se tiene sobre la calidad de los materiales empleados. En efecto, en el comercio se encuentra en muy pequeña cantidad hierro que reúna todas las condiciones náuticas. Es preciso además tener en cuenta los enormes daños causados por las desgarraduras del metal, cuando la bala de cañon rompe las planchas y la mayor facilidad con que lo hace el casco de hierro por debajo de la línea de flotación con los golpes submarinos (2). »

Los buques de madera forrados en cobre no se ensucian tanto con ventaja notable para su velocidad, ni en ellos las balas de cañon producen los temibles efectos que en aquellos, porque con facilidad los agujeros que ocasionan se llenan con tapones de antemano preparados que se cubren con plancha de plomo y « por medio de una combinación racional de los elementos de la armadura, una pernería ó enclavijado prudente y cuidadoso, en fin con el empleo de armaduras metálicas convenientemente dispuestas, se puede, no obtener toda la rigidez de la construcción con hierro, pero, al menos, hacer las deformaciones bastante pequeñas para que no ejerzan influencia perniciosa en las condiciones del buque (3). »

---

(1) Mas bien son los moluscos, algas y otras plantas marinas las que producen el efecto que se indica.

(2) *Revue des eaux et forêts*, 1863.—Pág. 158.—Extracto del *Morning Post*.

(3) Opinión de los ingenieros navales partidarios de la madera, según M. de Lapparent —*Revue des eaux et forêts*, 1862, pág. 371.

Las continuas limpias de las carénas de hierro y la necesidad de pintarlos á menudo, para que se conserven en buen estado, ocasionan grandes gastos; si son menos frecuentes las averias, en cambio, cuando se producen, son mucho mas peligrosas y dificiles de reparar: sobre todo es digna de mencion la consiguiente al descabezamiento de los clavos que unen las planchas; estos clavos se calientan al rojo antes de ser introducidos en los agujeros en aquellas abiertos; la contraccion al enfriamiento consiguiente produce una tension tal en el metal que basta para ocasionar hendiduras y aun el descabezamiento de muy temibles efectos. «Un ejemplo curioso de este fenómeno, dice M. Clavé (1), se produjo en el *Newton*, buque de hierro, que habia permanecido dos años en el puerto sin hacer una gota de agua; una vez en la mar á consecuencia de un golpe de viento, hizo agua por todas partes y tuvo, para no irse á pique, que refugiarse lo mas pronto posible en el puerto mas próximo. El descabezamiento de los clavos le habia hecho correr este peligro.» (2)

«Bajo el punto de vista higiénico, continua el mismo autor, los buques de hierro son igualmente inferiores á los de madera; el metal, buen conductor del calórico calentándose y enfriándose rápidamente, expone á la tripulacion á alternativas de temperatura muy nocivas á su salud. En fin, á tonelaje igual, los primeros cuestan casi el doble que los otros y esta es una consideracion que tiene su importancia. *Así es que la marina de guerra no hace hoy construir de hierro sino los buques que con poco calado deban tener un gran desplazamiento relativo, como son los destinados á operar sobre las costas y en los rios poco profundos. Ha adoptado para los demás un siste-*

---

(1) Obra citada, pág. 221.

(2) El mismo efecto y con harta frecuencia puede producirse en el momento del combate no solo al choque de las balas enemigas sino por la vibracion de los cañones monstruosos al presente usados con que se halle armado el mismo buque y es consiguiente que en este caso no tiene mas remedio que irse á pique ó rendirse á discrecion.

*ma misto, en el que se emplean juntamente la madera y el hierro, pero siendo este solo un auxiliar destinado á reforzar y proteger las partes débiles, quedando la madera el elemento principal.»*

Conformes con esta conclusion están, entre la generalidad de los marinos, los referidos M. de Lapparent y M. Robinson y los gobiernos siguiendo sus consejos continúan procurándose maderas especiales en gran cantidad (1) sin reparar en el enorme precio á que han llegado. Resulta de todo esto que despues de tantas acaloradas discusiones y pruebas la experiencia ha venido en cierto modo á justificar el pronóstico de M. Bonard, que creia impropcedente la sustitucion de la madera por el hierro en la marina de guerra y así mismo que esta y la mercante dependen directamente de la abundancia de aquella, que tiene siempre en los navales astilleros un seguro é importantísimo mercado, á cuyas necesidades no puede por desgracia atender como sería de desear.

Los *ferro-carriles*, verdaderas arterias carótidas del mundo civilizado, por donde pasan con vertiginosa celeridad los productos de la agricultura y de la industria dando al comercio nueva vida; esas metálicas cintas, lazos de hierro que á través de las montañas y de los mas profundos valles unen hoy á los pueblos mas lejanos anulando en cierto modo las distancias, ora para comunicarse sus ideas y sentimientos ó cambiar el fruto de su trabajo cooperando fraternalmente á la prosperidad

---

(1) Luego veremos las que se importan en Inglaterra principalmente para este destino y que para proteger la construccion de buques de madera admite los nuevos sin derecho alguno desde 1866. Esto prueba que allí no predominan las ideas, que sostienen nuestros Ilustrados adversarios, no obstante el grande interés que tienen en dar salida á sus hierros y trabajo á sus grandes establecimientos de construccion naval; cuando ellos obran así, es seguro que si tuvieran los montes que tienen Francia y España los cuidarían con el mayor esmero y su gobierno y sus Cámaras no se dejarían alucinar por las generalidades de ciertos economistas ultra-liberales, que tienden á destruirlos completamente.

universal, ya para en hórridas batallas destruirse con una rabia incomprendible en el siglo, que apellidan de las luces; esas vías, que con sus trenes inherentes serían el espanto de nuestros abuelos, que son en parte causa para nosotros del vértigo que nos arrebató y nos consume y serán para nuestros hijos una necesidad imprescindible, á pesar de no llevar en el nombre, con que se conocen, indicio alguno de ello, son importantísimos centros de consumo de los productos maderables y sin ellos veríanse reducidas á exiguas proporciones, no obstante los encomiásticos discursos y las muchas ilusiones de los enemigos de los montes; en prueba de ello veamos lo que dice la experiencia bajo el concepto del consumo y de las ventajas é inconvenientes, que puede presentar la sustitucion del hierro á la madera en los viaductos y traviesas.

Estas, que como es sabido constituyen el entramado sobre que descansan los rails ó carriles, son de dos clases; de junta ó intermedias.

De una longitud de 2'50 á 2'75 metros, tabla de 0'20 á 0'24 para las segundas y 0'30 á 0'34 metros para las primeras y de canto que varía entre 0'14 y 0'18 metros, es decir de un volumen medio de 0'111 de metro cúbico, se encuentran colocadas á la distancia media de 1 metro, de manera que cada kilómetro de vía exige 111 metros cúbicos de maderas ligeramente escuadradas, que representan lo menos 160 metros cúbicos sin labrar.

Antes de que se conocieran los procedimientos de preparacion por sustitucion de la savia, de que luego nos ocuparemos, solo se empleaban de madera de roble sin albura ó con muy poca; pero ahora se utilizan las de haya, carpe, pino y otras especies inyectadas admitiéndose la albura, que por este medio adquiere la resistencia del duramen y no exige la escuadría fuera de la cara inferior, así es que se usan muy variadas presentando su seccion recta las formas y dimensiones siguientes:

1.º Rectangular ó escuadradas por sus cuatro caras con

tolerancia de falla en las dos aristas de la cara superior, resultando esta de 0'14 metros de ancha, la inferior de 0'20 y el espesor de 0'15 en el ege.

2.º Semi-circular ó con solo la cara inferior labrada y de anchura de 0'20 y altura en el centro de 0'16.

3.º Seccion formada por dos caras labradas la inferior de 0'20 y la superior de 0'12 metros y altura en el centro de 0'15 metros y las otras dos curvilíneas sin labrar.

4.º Seccion formada por tres caras labradas y una lateral curvilínea, siendo de aquellas la inferior, como en todas, de 0'20, la superior de 0,16 y la lateral ó altura del trapecio resultante de 0'15 metros.

Se comprenderá fácilmente que estas formas y dimensiones solo sirven de tipos medios y no absolutos, pues que varían bastante, segun las condiciones de los materiales y los lugares en que se emplean.

A los 160 metros cúbicos de madera, que hemos dicho ser necesarios por kilómetro de vía, bien podemos añadir otros 20 metros cúbicos de diferentes clases, que se gastarán lo menos en viaductos, apartaderos, carretones, casas de guardas y otros mil destinos, en que se emplean, resultando un total por kilómetro de 180 metros cúbicos; y como su duracion media no puede prudencialmente calcularse de mas de 20 años (1) resultarán así mismo necesarios por kilómetro y por año 9 metros cúbicos para su conservacion, en el caso de que se utilicen las traviesas preparadas por los mejores procedimientos.

Con estos datos y conociéndose la longitud de las vías fér-

---

(1) De 10 es la que la experiencia ha acreditado para las traviesas de roble y si bien es cierto que será mayor para las maderas bien preparadas con el sulfato de cobre y otros antisépticos, de que mas adelante nos ocuparemos, no creemos pueda va partirse del supuesto de que tal duracion será de 50 ó mas años, pues si habrá traviesas, en que tal suceda, muchas otras no llegarán al término prefijado.

reas en explotacion, construccion y por empezar, de que se compone la red de la nacion, fácilmente se llegará á determinar la importancia del consumo de maderas en este destino.

Segun la memoria presentada al gobierno por la comision especial para proponer el *plan general de ferro-carriles* (página 127) habia en España en 1.º de Enero de 1866 de los 7.881'038 kilómetros concedidos:

En explotacion. . . . 4.826'810 kilómetros.

En construccion. . . . 1.134'428 —

Sin empezar. . . . 1.319'800 —

y segun espresa en la página 183 fallaban conceder para completar la red necesaria 3.331 kilómetros.

De aquí resulta que despues de haberse empleado en la construccion de los primeros 869.000 metros cúbicos, serán necesarios anualmente para su conservacion 43.450 metros cúbicos.

Los segundos y terceros exigirán en su construccion 441.500 metros cúbicos y en el supuesto de que se realicen en 10 años, término medio en cada uno de ellos 44.100 metros cúbicos y la mitad de esta cantidad en los sucesivos para su conservacion; de manera que nuestra red de ferro-carriles, cuando se halle terminada, exigirá por año para su conservacion 65.510 metros cúbicos de madera, en el supuesto de que no se establezcan, como tal vez será mas adelante indispensable, las dobles vias, pues es consiguiente que con esto casi se duplicará tambien el consumo de madera.

En 1.º de Enero de 1868 la red de ferro-carriles de Francia se componia de:

16.964 kilómetros contruidos (1).

4.910 id. en construccion y para construir.

(2) Total.. 21.874

(1) Entre estos comprendemos los de concesiones definitivas (15.702 kilómetros), eventuales (423 k.), los caminos de interés local (670 k.) y los industriales (169 k.)

(2) B. D'Avancourt.—Revue des eaux et forêts, 1868, pág. 343.

Si tenemos en cuenta que muchos de ellos son de doble vía (1), no pecaremos de exagerados al considerar 220 metros cúbicos de madera los necesarios por kilómetro en lugar de los 180 antes calculados; en este supuesto y en los que antes nos han servido para España resultará que en Francia en las vías construidas se habrán invertido 3.732.000 metros cúbicos, exigiendo cada año para su conservación 186.600 metros cúbicos, los que están en construcción y por empezar exigirán así mismo 1.080.000 y 108.000 cada año de los 10 en que se tarde en terminar la red proyectada y la mitad de esta cantidad para su conservación en los sucesivos; de manera que cuando solo se tenga que atender á la conservación de los ferro-carri-les proyectados se consumirán anualmente 240.000 metros cúbicos de diferentes maderas (2).

Se comprende fácilmente que sino es probable que en muchos años aumenten en grande escala las vías férreas generales, si lo han de hacer en ella las locales y mas aun las de motor de sangre destinadas á servicios especiales como las minas y el transporte de los productos forestales, en que están llamadas á adquirir mucha importancia y es por lo mismo indudable que el consumo de maderas en tal concepto aumentará cada dia en tanto lo permita su producción, como la experiencia lo viene acreditando; pues que ya hace tiempo que esta es con mucho inferior á aquel en la especie en su principio en este destino utilizada, el roble, que elevando considerablemente su

---

(1) M. Clavé decía en 1862 (obra citada pág. 248) que la mitad habían de reunir esta condición.

(2) M. de Lapparent en su mencionada obra consigna que, según la estadística, la madera empleada en Francia cada año en este destino es de 200.000 metros cúbicos, pero así mismo manifiesta que este número debe ser muy inferior al consumo real y así se deduce de nuestras anteriores consideraciones, porque como hasta hace pocos años se utilizaban generalmente traviesas de roble sin preparar y su duración, como dejamos dicho, no pasa de 10 años, ha sido doble el consumo de maderas para conservación y muy considerables las cantidades invertidas en la construcción de las nuevas vías.

precio imposibilitaba ó por lo menos dificultaba mucho la construcción de tales vías ; de aquí el afán con que se ha procurado dar á otras especies forestales las condiciones de resistencia y duración, que no tienen naturales, por la inyección de muy distintas sustancias y de aquí también que se hayan hecho tantos ensayos para sustituir por el hierro la madera de que se carece.

Los primeros trabajos han dado plausibles resultados y en grande escala hoy se emplean traviesas preparadas de muy diversas especies; pero sin duda no deben ser aquellos tales como algunos suponen, cuando, á pesar de las ventajas que dicen tener sobre las del roble, aun de esta especie se emplean siempre que se las puede procurar á precios arreglados.

No tan felices han sido hasta ahora las reiteradas tentativas hechas para sustituir las traviesas de madera con la piedra y con el hierro en vista de la escasez creciente de aquella y el aumento, que cada día adquiere su consumo; pues á pesar del entusiasmo de sus panegiristas ha quedado limitada su aplicación á reducidas proporciones, porque los ingenieros más experimentados y competentes, cuando pueden procurarse maderas de buena calidad ó bien preparadas, rechazan la sustitución por inconveniente; indiquemos las causas en que puede fundarse esta opinión.

Se ha propuesto sentar los rails sobre pizarras y sillaría labrada, pero, además de producir excesiva dureza y poca elasticidad en la vía, la falta de relación entre las dos ocasiona separaciones peligrosas para los trenes y la ruptura de los sillares, aumentando considerablemente los gastos de conservación después de los muy excesivos, que produce este medio en la construcción.

En el tramvía del muelle de la ciudad en que esto escribimos, hemos visto empleado este sistema con la útil modificación de hallarse los sillares unidos por maderas en ellos encajonadas, y que sirven de asiento á los carriles; pero si esto puede evitar la dureza y rigidez no los graves inconvenientes

de la falta de enlace y relacion tan necesaria en las vias destinadas á grandes velocidades y muy especialmente en las curvas; de manera que esta sustitucion será aceptable, cuando, como aquí sucede, abunda la piedra y escasea la madera y la via solo tiene por objeto el trasporte de materiales ó mercancías á muy pequeña velocidad y con motor de sangre, lo que además permite disminuir considerablemente el peso del material móvil.

Se ha intentado fijar los rails sobre platillos y casquetes esféricos y masas de hierro fundido, pero como sin aumentar considerablemente los gastos no puede dárseles tanto volumen facilitando los hundimientos y desviaciones parciales y con el tiempo los agentes atmosféricos y la trepidacion de los trenes hacen sumamente quebradiza la fundicion barata, única que se puede emplear, y la rigidez del conjunto facilita la ruptura de aquellas masas, la de los hebillajes y las peligrosas separaciones de las dos vias, pronto la experiencia hizo desechar este recurso.

No por esto se ha desmayado en los intentos, que siendo la necesidad apremiante cada dia se hacen nuevas proposiciones, así es que en la exposicion de Paris se presentaron muy diferentes modelos, de que la *Revue des eaux et forêts* (1867 pág. 194) da noticia en estos términos :

«Muchos paises han expuesto diferentes modelos de traviesas de hierro y aun aparatos particulares para reemplazarlas. MM. Horder, de Bergwerks, notablemente, han presentado cinco muestras de rails provistos de dos aletas de 20 centímetros cada una, que corrian en el sentido del rail y le sostenian en toda su extension; á cierta distancia los dos rails hallanse unidos por pequeñas traviesas de plancha de hierro estándolo á aquellos por fuertes botones las aletas.

»En uno de los modelos en lugar de ser horizontales las aletas son oblicuas y parecen destinadas á introducirse en la tierra; este sistema se ha empleado en el Brunswick. La seccion de Wurtemberg muestra tambien rails con aletas dis-

puestas siempre longitudinalmente. En la seccion inglesa hemos visto una muestra de via férrea sobre grandes masas de hierro fundido establecidas de distancia en distancia.

»La seccion francesa comprende muchas muestras no ya con aletas, sino con verdaderas traviesas medidas en el balasto perpendicularmente á la direccion de los rails. Las de M. Langlois, de Paris, son macizas y verticales; las traviesas de M. Vautherin, industrial del Franco-Condado, parecen preferibles; son de plancha de hierro fuerte y su seccion representa casi la mitad de un exágono, cuya cara superior sostendria el rail. En el espacio convexo se amontona balasto, que pronto forma cuerpo con el terreno de la via y se adhiere á la traviesa impidiendo los resbalamientos en las curvas; se están probando estas traviesas en el ferro-carril del N., cerca de la estacion de Auvert; en el de Lion cerca de Dijon y en algunos puntos del gran central belga. Su precio es un poco mayor que el de las traviesas de madera, pues estas cuestan cerca de 9 fr. (1), mientras que las de hierro un poco mas de 11 fr. *No se sabe todavia cual es la diferencia de duracion.*

»Todos estos tanteos infructuosos tienden á demostrar que se reemplazará dificilmente la madera en el uso de que se trata.»

Como se vé hay tendencia marcada á evitar los principales defectos señalados; pero no creemos se consiga por completo aunque se aumenten considerablemente los gastos de construccion; porque es imposible quitar al hierro fundido sus condiciones características de rigidez y facilidad en la ruptura; porque económicamente es imposible tambien dar á los puntos

---

(1) Este precio es excesivo á juzgar por los siguientes datos:

«En la red francesa del E las de roble y las inyectadas costaron de 1864 á 1867 de 4'75 á 5'50 fr. cada una. En la línea de Lion, de 1861 á 1867 las de juntura de 6'50 á 7'60 fr. y las intermedias de 3'25 á 5'40 fr. y dice M. B. D'Avancourt que «la traviesa de roble al pié de la estacion cuesta á 4 fr. Costaba á 7 ó á 8 fr. antes del empleo del haya.» *Revue des eaux et forêts* 1868. Pags. 292, 340 y 342.»

de apoyo la necesaria estabilidad y porque las traviesas de hierro forjado no son , ni pueden ser tan durables como sus apologistas significan , porque , como hace observar muy juiciosamente M. Decaisne , *cuando el hierro forjado se halla sometido durante algun tiempo á fuertes vibraciones , de fibroso se convierte en granudo y friable*, es decir que se hace quebradizo, como se ha observado en algunos puentes y muy especialmente en el de Austerlitz, sobre el Sena, que, construido á principios del siglo, á los 40 años se encontraba en tan mal estado, que hubo necesidad de reconstruirle de piedra y este inconveniente es mucho mayor, cuando el hierro no solo se encuentra expuesto á las inclemencias del tiempo sino en contacto con la tierra húmeda y dotada de sustancias combinables muchas veces con el hierro, produciendo compuestos notablemente frágiles, que exponen á graves peligros, porque sin presentar señales perceptibles de sus malas condiciones producen terribles desastres, cuando menos se esperaban; no es, pues, extraño que los ingenieros mas competentes desconfien del éxito de la sustitucion tan deseada y que prefieran el uso de la madera; estos temores y desconfianzas son tanto mas fundadas cuanto que, como ya hemos dicho antes, las condiciones del hierro forjado y fundido del comercio estan muy lejos de ser cual se suponen, sin que muchas veces sean fácilmente apreciables sus defectos en los objetos manufacturados.

Los inconvenientes señalados al hierro en las traviesas se presentan igualmente en los viaductos y los puentes de los caminos ordinarios, pues si bien tienen la ventaja de no hallarse en contacto con la tierra, las vibraciones son mayores y en muchas ocasiones se hallan expuestos á la continuada influencia del vapor, que durante los fuertes calores se desprende de las aguas, que pasan por debajo; con la pintura al óleo del hierro y fundicion en los puentes empleados se evitarian algunos inconvenientes, pero no se hace tal vez por no tener el gasto consiguiente, lo que en nuestro concepto está lejos de ser una verdadera economía.

Otro uso importante de la madera le encontramos *en las minas*. ¡Admirable coincidencia! el hierro que se presenta por nuestros ilustrados adversarios como enemigo encarnizado, como causa de la *inutilidad* de aquella, no puede obtenerse en las apetecidas condiciones para muchas de sus aplicaciones infinitas sin el auxilio de la leña en grandes cantidades y la hulla, que respecto á esta se pone en el mismo caso, en las entrañas de la tierra quedaría sin el auxilio de la madera, que es así mismo indispensable para la explotación ordenada de todos los productos de la minería; de aquí se deduce que aunque nuestros adversarios supongan en cierto modo incompatibles dos á dos los cuatro mencionados productos, las riquezas minera y forestal en desesperada lucha empeñadas, la verdad es que entre ellas aparece una solidaridad de intereses que las hace mutuamente dependientes para llegar al apogeo de su prosperidad; la verdad es que el hierro y la hulla pueden solos dar á los montes esquilados el auxilio que necesitan para reponer sus quebrantadas fuerzas y con ellas despues atender á las futuras necesidades, porque, especialmente la hulla, herencia de los antiguos montes, pronto se verá agotada, al propio tiempo que dan ocasion al consumo de los productos que aquellos suministran sin perjuicio de la reserva necesaria, para que acumulándose las existencias con el tiempo aumente en grande escala la posibilidad.

Examinando con detenimiento la denunciada rivalidad los hombres pensadores encontrarán seguramente una armonía económica digna de tenerse en cuenta por los poderes públicos, si quieren cumplir su importantísima mision de hacer la felicidad de la presente y cimentar sobre sólida base la de las generaciones venideras.....

Abandonemos á otras plumas mejor cortadas las consideraciones que sobre esto pudieran hacerse y apelando á los números conocidos y á las probabilidades en lo que no disponemos de ellos, ocupémonos en evidenciar la importancia del consu-

mo de maderas en el mercado que señalamos, que es lo que por el momento mas nos interesa.

Ignoramos si la estadística ha consignado especialmente la importancia de este consumo en Francia y por lo mismo le hemos de deducir aproximadamente para que luego pueda figurar en la cuenta general.

Segun la interesante memoria en 1868 publicada (1) por M. E. Beraud sobre « *Los montes y la hulla en el Norte de la Francia,* » esto es, en los departamentos del *Aisne*, del *Norte*, del *Pas-de-Calais* y de la *Somme*, las 26 compañías hulleras que allí tienen concedidas 108.432 hectáreas produjeron en 1866 3.897.346 toneladas métricas de carbon, empleando anualmente, segun sus cálculos, 5.570.000 *perchas* de mina y 13.500 metros cúbicos de maderijas de distintas especies y dimensiones.

Las *perchas* ó maderas referidas son de cinco clases que se distinguen por el número de marcas siendo sus dimensiones en la circunferencia á un metro del extremo grueso, la altura y por consiguiente el volúmen (2) de cada una como á continuación se expresan :

Clases.	Circunferencia.	Altura.	Volúmen de cada una.
1. <sup>a</sup>	48 á 60 cénts.	10 metros.	0'0810 ms. cúbs.
2. <sup>a</sup>	40 á 47 »	9'50 »	0'0476 » »
3. <sup>a</sup>	32 á 39 »	9 »	0'0324 » »
4. <sup>a</sup>	26 á 31 »	8'50 »	0'0182 » »
5. <sup>a</sup>	20 á 25 »	7'50 »	0'0110 » »

(1) *Revue des eaux et forêts* — Págs. 129 á 141 y 161 á 174.

(2) Hemos calculado este como si las piezas fueran verdaderos conos, á fin de que cualquiera pueda comprobar los cálculos y en atención tambien á que no se conocen las circunferencias del medio, ni la del extremo delgado; aunque comprendiendo la gran disminucion que así resulta preferimos consignar una cantidad inferior á la verdadera, mas bien que exponernos á ser tachados de exagerados y con tanto mayor motivo obramos así cuanto que con los elementos que se consignan se puede determinar el volúmen real de cada pieza con suficiente aproximacion por las personas competentes, en caso necesario.

No dice M. Beraud el número empleado de cada clase; pero no se nos tachará de exagerados al distribuir el total en la forma siguiente :

Clases.	Tanto p $\cong$ del número total.	Número de piezas.	Volúmen por clase.
1. <sup>a</sup>	5 por 100	278.500	22.558 ms. cúbs.
2. <sup>a</sup>	5 »	278.500	13.256 » »
3. <sup>a</sup>	10 »	557.000	18.046 » »
4. <sup>a</sup>	40 »	2.228.000	40.549 » »
5. <sup>a</sup>	40 »	2.228.000	24.508 » »
Sumas.	100 »	5.570.000	118.917 ms. cúbs.

Sumando estos 118.917 metros cúbicos con los 15.500 de maderijas resultan invertidos en la explotación la hulla referida 134.417 metros cúbicos de maderas de varias especies y principalmente de roble.

Ahora bien; según la memoria presentada á las cámaras en Setiembre de 1863, se calculaba en 10.000.000 toneladas la hulla que el año siguiente se extraería en Francia (1) y como el gasto de maderas es casi proporcional á la cantidad de aquella, puede aproximadamente deducirse que en dicho año se consumirían solo en las minas de hulla 345.000 metros cúbicos de madera.

No nos es fácil calcular á cuanto ascendería el consumo en la explotación de otras minas; pero es seguro que no pecaríamos de exageración al calcularle en la mitad de la cantidad anterior resultando un total de 500.000 metros cúbicos en números redondos para el consumo de maderas en las minas, siendo de advertir que aumenta cada día de una manera notable, no solo porque lo hace la industria minera en progresión creciente, sino porque á medida que mas se profundizan las galerías

(1) Revue des eaux et forêts, 1864.—Pág. 59.

de explotación se necesita en mayor cantidad de aquel producto de los montes.

Esta necesidad creciente y la continuada disminución de su oferta ha hecho también pensar muy repetidas veces en su sustitución, pero sin resultado; veamos lo que sobre este particular dice el ilustrado M. Beraud en su memoria referida después de demostrar la necesidad de sostener las paredes de las galerías hulleras para evitar continuos y peligrosos desprendimientos, que imposibilitarían su explotación.

«Pues es hasta ahora la madera y sobre todo la de ciertas especies (1) que más conviene para el sostenimiento de las minas.

»A la profundidad de estas y en un medio tan húmedo no podría pensarse en emplear la mampostería, ni obra de ladrillo.

»Por otra parte el hierro fundido, que más de una vez se ha pensado en bajar á los pozos en pequeñas barras de dimensiones las más diversas para emplearlas como puntales de mina, es pesado y de difícil manejo.

»¿Cómo, además, elegir entre mil la barra de la longitud apropiada para cada uno de los puntos, en que trabaja el minero, á la altura de la galería que debe sostener?

»Tiempo hace que se ha intentado sostener el pavimento superior de las galerías aplicándoles por medio de tornillos de hierro maderos, que se desmontan después de la explotación de las capas carbonosas, para hacerlos servir al mismo objeto en otras galerías; pero hay solo un corto número de fosos en que tales capas sean suficientemente regulares para que esta aplicación sea posible.

»La madera, al contrario, reúne todas las condiciones que faltan á la piedra y al hierro fundido y forjado.

---

(1) El roble, el sauce, el aliso y el fresno, según M Beraud, aunque es indudable que los pinos bien provistos de resina reunirán las condiciones deseadas.

»De transporte cómodo, es ligera y manejable y el minero con su hacheta la reduce al largo deseado para el sostenimiento de la roca.

»Hasta ahora, además, no ha sido posible reemplazar la madera como puntal por ningún similar, ni darle auxiliar y ella sola sirve de sosten en las minas.»

Los telégrafos eléctricos han venido también á aumentar el consumo de maderas; cierto es que se contentan con las de pequeñas dimensiones, con los productos de las claras, pero no lo es menos que aumenta cada día el mercado de los productos maderables de los montes.

No tenemos noticia que en este destino se haya también querido sustituir con el hierro la madera, ni la cantidad que de esta en él se invierte cada año; pero podremos calcularla con alguna aproximación.

Hemos dicho que la red de los ferro-carriles en Francia se compondrá en breve de 21.874 kilómetros; todos están provistos de telégrafos y no hallándose los postes, término medio á más de 40 metros, no siendo su duración media (en el supuesto de usarse inyectados, pues de no estarlo durarán mucho menos tiempo) de más de diez años, serán en cada uno necesarios solo para la reposición de los inutilizados 54.435; pero como además de las líneas de las vías férreas hay muchas otras fuera de ellas, cuya longitud en verdad no conocemos, para atender á su conservación ascenderemos aquel número tan solo á 70.000.

Sus dimensiones son sin embargo tan insignificantes, aunque bastante variables, que no podemos calcular el volumen de cada uno en más de 0'0196 y en 1.300 á 1.400 metros cúbicos el total por año; si bien se aumentará en ocasiones bastante este consumo con el establecimiento de nuevas vías, se vé que no es de grande importancia el de maderas en este destino, aunque para determinadas localidades tampoco despreciable.

Otro uso importante de la madera es la *pipería* considerada

no solo en el concepto de envase para líquidos, sino tambien para muchos productos menudos ó molidos de la agricultura y de la industria.

En el primer destino se emplean *las duelas* de roble y castaño casi exclusivamente y en el segundo las de haya, pino y otras especies cualesquiera, porque lo que se busca es baratura en el envase, con tal que reuna ciertas condiciones, variables segun las materias y trasportes, que aseguren la cantidad y calidad del contenido.

Las primeras se preparan cuidadosamente á grandes gastos por hábiles cuberos, mientras que las últimas ya lo son por otros especiales que arreglan y montan las duelas con notable rapidez, como en Santander tuvimos ocasion de observar en nuestra adolescencia con destino al embarque para las Antillas de las harinas de Castilla, ya se aserran y preparan mecánicamente como lo han conseguido los Sres. Fagoaga con máquinas de su invencion, que tienen montadas en Navarra pudiendo dar la cortadora y aserradora 3.000 duelas por hora con un corto número de operarios y la destinada á las coronas ó fondos de los barriles con ayuda de uno solo 240; asi preparadas las piezas se remiten á los puertos de embarque « donde cualquier tonelero arma 20 por dia, pues son todos iguales y no exigen corte alguno. Cada barril cuesta á los consumidores de 9 á 10 rs. (1)»

---

(1) D. R. Breñosa, ilustrado ingeniero del cuerpo de montes, publicó en la Revista forestal, económica y agrícola de 1868 (pág. 567, una breve, pero muy interesante descripción de este nuevo sistema de fabricación de duelas, demostrando las ventajas que tiene sobre el antiguo; manifiesta el propósito de los inventores de perfeccionar las máquinas para aplicarlas á la preparación de duelas de roble y castaño para vino y promete dar del procedimiento cuenta detallada acompañando los planos necesarios; mucho celebraríamos que pronto pudiera cumplir esta promesa de indudable utilidad para los ingenieros de montes y mas aun que extendiera su trabajo á un detenido estudio sobre las duelas en sus relaciones con las condiciones técnicas del aprovechamiento de los montes, que mas á todos interesa.

Aunque á primera vista no lo parezca es tan considerable el consumo anual de madera en este destino, que en el extracto de la estadística, que M. de Lapparent consigna en su referida obra, asciende para Francia á 1.600.000 metros cúbicos (1) y siendo tal su importancia que unas veces á instancia del comercio de vinos y otras á la de los propietarios de montes se han ocupado las Cámaras de las condiciones con que debiera permitirse la importacion y exportacion de tales productos de los montes, pues que, como luego veremos, los franceses no bastan ni con mucho á satisfacer las necesidades del consumo.

Ignoramos si en aquella cantidad se incluyen solo las duelas con destino á la pipería para vinos ó si tambien á los demás como creemos; aun en este supuesto resulta esta aplicacion de la madera de grandísima importancia y mas esta se patentiza considerando los valores inmensos de la industria y del comercio á que dá vida, pues que no habiéndose siquiera intentado la sustitucion, se la debe directamente la tonelería (2) y sin

(1) L'Aliénation des forêts de l'État devant l'opinion publique.—Página 152.

(2) Ya que no podamos demostrar con números la importancia de esta industria en España, ni en Francia, aprovechando la ocasion que nos ofrece la ciudad, en que esto escribimos y la galantería de nuestro querido amigo é ilustrado compañero D. J. M. Fenech, consignamos á continuacion algunos datos, que podrán dar una idea de la suma importancia que en nuestra nacion pueden adquirir la industria tonelera y el comercio de exportacion de vinos y aguardientes que con el aceite constituyen los artículos característicos de nuestra agricultura: estos datos tambien demostrarán cuan pobre es nuestra produccion forestal, no obstante de que los productos á que nos referimos no son de los que exigen largos turnos en el aprovechamiento de los montes.

Durante el quinquenio de 1864 al 69 se importaron en Tarragona:

De roble de América 5.935.300 duelas, cuyo valor medio es de. . . . .	5.935.300 pesetas.
De roble de Italia. . . . .	927.135 »
De castaño de id... . . . .	1.087.600 »
Suma. . . . .	<u>9.79.6000 duelas.. . . .</u> <u>7.950.035 pesetas</u>

ó sea por año, término medio, 1.959.200 duelas importantes 1.590.000 pe-

ella la importantísima industria y comercio de vinos, aguardientes y aceites se verían reducidas á exiguas proporciones ó por lo menos tropezarían con muchísimas dificultades y se expondrían á grandes peligros.

En los países húmedos ó por lo menos no tan secos como ciertas comarcas de nuestra region vinícola, para que madure la uva es necesario levantar los sarmientos por medio de *tutores ó emparrados*, sirviendo al efecto ordinariamente palos de 2'30 á 2'75 ms. de largo por 4 centímetros de diámetro.

Este destino constituye en Francia un importantísimo centro de consumo de los productos de los montes, calculándose, según la estadística referida de M. de Lapparent, en 2.000.000 metros cúbicos los empleados anualmente.

---

setas y susceptible de producir 58.776 pipas. En ellas se han empleado además: 9.796 cargas de aros de castaño y avellano procedentes de las provincias de Gerona, Asturias y Galicia, principalmente de la primera y que valen 195.920 pesetas; 19.592 flejes de hierro de valor de 244.900 pesetas, procedentes principalmente de Inglaterra; 1.835 quintales de mimbres del país de un valor de 32.145 pesetas, que suman 2.062.965 pesetas para los materiales invertidos y como la mano de obra asciende á 264.490 pesetas, resulta para aquel número de pipas un coste total de 2.327.455 pesetas. En esta ciudad hay 40 talleres especialmente á este objeto destinados ocupando 800 hombres.

Esta industria está así mismo muy desarrollada en otros pueblos de la provincia, como Vendrell, Torredembarra, Altafulla, Reus, Valls, Montblanch y otros, consumiendo casi en su totalidad duelas extranjeras, porque las 20.000 cargas que aproximadamente se producen en el Llano de la Selva (Gerona) no bastan ni con mucho á cubrir las necesidades de los pueblos inmediatos: los tres primeros remesan á esta ciudad cada año sobre 20.000 pipas de un valor de 700.000 pesetas.

El comercio de exportacion de vinos, aguardientes y aceite es tan considerable en esta ciudad, que de las notas recogidas por nuestro amigo resulta haberse exportado anualmente de 80 á 85.000 pipas de un valor, contando los envases, de 13 á 14 millones de pesetas, cuyos productos con la avellana y almendra son la base del comercio de este puerto.

En otros muchos de la costa de levante la industria tonelera ha adquirido importancia muy notable y en todos se utilizan principalmente las duelas extranjeras de las procedencias antes indicadas, no obstante los considerables derechos que han pagado y pagan á su entrada.

Enormemente exagerado aparecerá este número á primera vista; pero si se tiene en cuenta que 250 tutores componen un *esterio*; que por hectárea se necesitan 3.500; que solo en la Gironda existen aproximadamente 100.000 hectáreas de viña (1) y en toda la Francia 2.134.822 hectáreas (2) exigiendo la enormísima suma de 74.000 millones de tutores con un volúmen de cerca de 30 millones de *esterios*; que no estando inyectados solo duran 4 ó 5 años y que estándolo habrán de hacerlo 15 para que el consumo anual solo para reposicion de los deteriorados no exceda del referido, se convencerán nuestros lectores ilustrados que no es por exceso sino tal vez por defecto que de la verdad se habrá separado la estadística, pues en su gran mayoría los tutores hasta ahora se han utilizado tal cual se obtienen en las claras de los montes altos ó en las rozas de los que se benefician en monte bajo.

La *artillería é ingenieros militares* consumen en Francia, segun la estadística tantas veces referida, 30.000 metros cúbicos de madera; pero quizá hay en este número alguna exageracion al menos considerándole como ordinario y regular; le consignamos sin embargo, porque esta apreciacion no la fundamos ni podemos fundarla en datos ciertos.

Entre otros muchos destinos de la madera debemos hacer especial mencion de los *cajones* para el trasporte de productos (3), *carretería*, *útiles de labranza*, *muebles y zuecos* (4) ó

---

(1) Payen.—Annales forestières de 1861.—Pág. 376.

(2) Un millon de faits.—Columna 664.

(3) No solo los de la industria así se conducen á largas distancias, sino que tambien se sirve de este medio para mandar las frutas delicadas, como ya se hace en grande escala con mucho esmero y buen resultado en las Huertas de Valencia y la Plana con la naranja, granada, fresas, albaricoques y otras tempranas, que se exportan para Francia, Inglaterra, etc., etc., como desde hace mucho tiempo se viene haciendo desde Málaga y otros puertos con las pasas é higos: el comercio de exportacion de frutas será en España con el tiempo de mucha consideracion y para ello el mejor y mas económico envase es la madera, como lo ha acreditado ya la experiencia.

(4) Sobre su fabricacion puede verse la interesante memoria del ilus-

*albarcas*; ignoramos la cantidad de madera, que en ellos se consume anualmente; pero atendiendo á la universalidad de su uso, á su poca duracion y á la gran cantidad de madera que á tal objeto se destina en los lugares mas insignificantes como en las mas populosas ciudades, no creemos que pueda calcularse en menos de 2.000.000 de metros cúbicos.

Reasumiendo las cantidades de madera que segun lo expuesto se deben consumir anualmente en Francia en los usos indicados resulta para:

La construccion civil. . . . .	1.600.000 ms. cúbs.
La marina de guerra. . . . .	80.000 » »
— Id. mercante. . . . .	120.000 » »
Los ferro-carriles. . . . .	240.000 » »
La minería. . . . .	500.000 » »
Los postes de los telégrafos eléctricos. .	1.300 » »
La pipería. . . . .	1.600.000 » »
Tutores de viña. . . . .	2.000.000 » »
La artillería é ingenieros militares. .	30.000 » »
Cajones, carretería, otros útiles de labranza, muebles y zuecos. . . . .	2.000.000 » »
<b>Total. . . . .</b>	<b>6.571.300 ms. cúbs.</b>

En esta importantísima suma no se incluye el consumo de las nuevas construcciones, como dejamos referido; teniéndole en cuenta, resultan justificados los cálculos del sabio profesor de estadística comercial en el Conservatorio de artes y oficios, M. Burat, que lo eleva á 10.000.000 metros cúbicos, segun refiere M. de Lapparent en su obra mencionada, considerándola mas exacta que la de 5.510.000 metros cúbicos, á que asciende la suma de las partidas en la estadística consignadas;

---

trado M. Duchesne-Thoureau, publicada en los *Annales forestières* de 1861: págs. 200, 263 y 437. La industria que originan es de mucha importancia en las comarcas forestales de la region del haya especialmente, porque el consumo es mas considerable de lo que muchos se figuran.

y en verdad que no le falta razon al sabio director de las construcciones navales del caido imperio, como fácilmente se comprende en vista de lo que dejamos expuesto.

Ignórase el valor de tan cuantiosos productos en el monte y en los lugares de consumo; el de 306.000.000 fr. *para todos los leñosos* calculado por Mr. Serval (1) en el primer concepto y el de 500.000.000 fr. á que en el segundo le asciende M. Mauricio Block (2) solo para los 35.000.000 esterios obtenidos, segun él, en los montes de la Francia y sin comprender por consiguiente la diferencia entre la importacion y exportacion, parécennos inferiores á la realidad, pues al precio medio de 10 fr. el esterio en el monte y 20 en el mercado, lo que no se tachará de exagerado, resultarán 350 y 700 millones de francos respectivamente solo para los productos nacionales, á que hay que agregar, especialmente en el valor en el mercado, mas de 100 millones fr. de diferencia entre la importacion y exportacion.

En las sumas espresadas va comprendido el valor de las leñas y no dan por lo mismo á conocer la importancia en la riqueza nacional de la produccion maderable; pero si se tiene en cuenta la cantidad que se consume y el precio que alcanza, muy superior á los medios admitidos; si se recuerda lo que hemos dicho sobre los valores creados por las industrias, que en Paris la usan como primera materia; los datos consignados acerca la industria tonelera en la ciudad, en que escribimos y finalmente las innumerables á que dá vida, se comprenderá fácilmente la importancia que realmente le corresponde y consiguientemente en tal concepto á los montes, de que procede, por mas que sus enemigos hagan supremos esfuerzos de inteligencia para demostrar que no la tienen.

En donde mas tenaz ha sido la discusion sobre este particu-

---

(1) *Revue des eaux et forêts.*—1863.—Pág. 78.

(2) *Statistique de la France comparée avec les autres états de l'Europe.*—Paris.—1860.

lar, sobre la posibilidad de sustituir la madera con el hierro y en todo caso la de acudir al comercio exterior para procurarse la necesaria, es en Francia y como á ella se refieren los datos mas completos que poseemos y de los sostenedores de tan peregrina hipótesis han tomado sus razonamientos *ciertos economistas y repúblicos* españoles, nuestros adversarios, teniendo en cuenta que el problema aquí y allí es análogo y que para poder mas adelante razonar sin dificultad necesitamos dejar sentados algunos datos y premisas, oportuno creemos decir algo ahora *sobre la produccion, precio, importacion y exportacion de las maderas y hierros*, con lo cual al propio tiempo corroboraremos la indicada importancia de los montes.

*Produccion maderable.*

En la segunda parte de estos *Estudios* demostraremos que los montes no producen lo mismo en cantidad y calidad, sea cualquiera su método de beneficio; si respecto á lo primero algunos no lo comprenderán desde luego y hasta dudarán que el monte alto dé mas productos leñosos que el medio y que el bajo; que en aquel aumenten á medida que lo hace el turno hasta ciertos límites, variables con las condiciones de la especie y otras intrínsecas del monte, para todos será indudable que así debe suceder tratándose de *maderas*; pues en el monte alto son el objeto esencial, en el medio una mira secundaria y en el bajo no se propone obtenerlas.

Para apreciar, pues, la produccion maderable de una nacion no basta saber la extension de sus montes, sino que se necesita conocer la que corresponde á cada método de beneficio y especies, el turno, estado de su vuelo y otras muchas condiciones características; decimos *para apreciar*, es decir para calcularla prudencialmente, porque con certeza no se puede conocer mas que sumando las posibilidades técnicamente deducidas y solo para tiempo limitado; de todo lo que se deduce los insuperables obstáculos, con que necesariamente se ha de tropezar al pretender hacer tales apreciaciones y los absurdos, á que involuntariamente se verán conducidos los aficionados á

generalizar y deducir consecuencias de supuestos gratuitos é inciertos, como les acontece frecuentemente á nuestros ilustrados adversarios.

Ya que no nos sea posible dar noticia exacta de la produccion maderable en Francia, porque no se conoce, ni es posible, no estando ordenados todos sus montes, bueno será que consignemos la mayor copia de datos, para que mas fácilmente nuestros ilustrados lectores se formen idea de la que pueda ser.

No se conoce con exactitud la extension de todos los montes, ni mucho menos la que corresponde á cada método de beneficio, turnos, especies, etc., etc., pero algunos ingenieros, no sabemos si con bastante fundamento, la calculan y distribuyen de la manera siguiente:

**El Estado tiene:**

en monte alto. . . . .	369.798	hects.	} 1.110.749 hects.
en monte medio y bajo.	464.670	»	
en vias de conversion.	148.358	»	
sin repoblar ó rasos. .	127.923	»	

**Los pueblos y establecimientos públicos**

en monte alto. . . . .	1.315.064	hects.	} 2.114.312 hects.
en monte bajo y medio.	646.335	»	
en vias de conversion.	16.495	»	
sin repoblar ó rasos. . .	136.418	»	

**Los particulares, segun cálculo prudencial,**

en montes de todas clases, principalmente bajos y medios. . . . . 6.126.839 hects.

Total. . . . . 9.351.900 hects.

Imposible es deducir de estos datos incompletos é inseguros la verdadera produccion anual en maderas y leñas; pero se calcula que en junto se elevan á unos 35.000.000 esterios á razon los primeros de cerca de 5 por hectárea y de algo menos de 4 los restantes (1); si hay exageracion en estos cál-

(1) M. Serval.—Revue des eaux et forêts.—1863.—Pág. 78 y M. Block.—Obra ya citada.

culos por exceso ó defecto, solo pudiera decirlo la ordenacion técnica de estos montes; porque sin este estudio prévio puédesse tomar por posibilidad lo que es solo el conjunto de aprovechamientos improcedentes ó los consiguientes á reservas excesivas anteriores, en cuyo caso se encuentran bastantes en Francia con gran provecho para su consumo actual y que el futuro echará muy de menos.

Esto hará comprender á aquellos de nuestros lectores que no conozcan la *dasonomia*, que no se puede tampoco apreciar la produccion anual, es decir la posibilidad, por los productos obtenidos en un cierto número de años, porque si los aprovechamientos no son consiguientes á un buen proyecto de ordenacion, es *casi seguro* que unas veces comprenderán parte de las existencias normales, es decir del capital y otras, no llegando á la cantidad posible, las aumentarán y otras por no estar bien dirigidas las cortas, ni ordenados los aprovechamientos y cumplidas las mejoras necesarias sin aprovechar tanto como los montes permitieran, se destruyen, que es precisamente lo que ha sucedido y sucede en España: para corroborar estas consideraciones; para que se conozca la extension de montes y su produccion total y por hectárea en diferentes naciones y que de esta suerte nuestros lectores puedan apreciar la validez de los tipos espresados, oportuno será que consignemos los siguientes datos (1):

	SUPERFICIE forestal en hectáreas.	PRODUCCION.	
		Total.	Por hects
		<i>Ms. cúbs.</i>	<i>Ms. cúbs.</i>
Austria. . . . .	18.004.000	118.168.000	6'55
Baviera. . . . .	1.047.920	11.690.000	11'24
Wuttemberg. . . . .	604.485	217.000	0'34
Gran ducado de Baden.	414.000	4.066.000	9'82
Gran ducado de Hesse.	318.000	1.175.000	3'69

(1) Revue des eaux et forêts.—1863.—Pág. 78.

	SUPERFICIE forestal en hectáreas.	PRODUCCION.	
		Total.	Por hecta.
		Mts. cúbos.	Ms. cúbos.
Nassau. . . . .	239.000	745.000	3'11
Luxemburgo. . . . .	80.759	231.000	2'88
Sajonia. . . . .	350.000	1.611.000	4'50
Hannover. . . . .	7.370.000	2.279.000	0'31
Prusia. . . . .	5.542.000	14.000.000	2'52
Bélgica. . . . .	167.000	2.034.940	12'18
Mecklemburgo. . . . .	»	292.000	»
Suecia. . . . .	35.000.000	»	»

En España no se conoce ni aproximadamente la estension de sus montes ; pero se calculan en 6.439.000 hectáreas los que tienen arbolado y en 10.088.000 hectáreas los que están sin él (1).

Examinando detenidamente el tanto de produccion por hectárea en las naciones espresadas y teniendo en cuenta el estado en cada una de la administracion forestal , fácilmente se ven corroboradas nuestras precedentes observaciones; en efecto , sabido es que en Bélgica se han desconocido hasta hace pocos años las verdades dasonómicas, mientras que en Sajonia se las profesa religioso respeto desde hace muchos y está organizado el aprovechamiento de sus montes conforme la ciencia lo exige, es decir, de manera que den la mayor cantidad y la mejor calidad de productos con la mayor economía, y si bien no se puede decir que sus montes se encuentren ya en las condiciones de su produccion normal, es indudable que se

(1) Memoria de la Junta facultativa del cuerpo de ingenieros de montes, unida al Real decreto de 26 de octubre de 1836, á que sirvió de fundamento.— Pag. 33.

Estos números no contradicen la extension resultante para los montes públicos en los catálogos de las diferentes clasificaciones practicadas al objeto de *desamortizar* ó, mejor dicho, *mal vender* muchos de ellos, porque en los últimos se encuentran comprendidos vastísimos terrenos des poblados y solo en una pequeña parte caracterizados por las especies arbóreas, que se hicieron servir de base.

acercan á ella , que están muy regularizados y que hasta en los de los particulares se observa el influjo benéfico de la ciencia; mientras que en Bélgica sucede todo lo contrario; sin embargo para la última aparece la produccion de 12'18 esterios por hectárea, mientras que solo figura para aquella por 4'30. ¿Significa esto acaso que realmente sea mayor en Bélgica que en Sajonia la verdadera produccion anual, la posibilidad y consiguientemente que la aplicacion de los principios dasonómicos produzcan un perjuicio? No; lo que esto indica es que en Bélgica están aprovechando como renta el capital, como posibilidad las existencias y en Sajonia se la limita lo necesario para aumentar las de sus montes , á fin de que despues sea mayor la posibilidad normal ; lo que aquí se vé es el despilfarro en la primera y una economía bien entendida en la segunda , que en esta los montes irán de dia en dia mejorando sus condiciones sin dejar de dar rentas importantes y en aquella extinguiéndose de una manera alarmante, como ya se empieza á ver.....

Otras muchas consideraciones pudiéramos hacer sobre los datos consignados y extender el paralelo á naciones distintas de las elegidas; pero basta con lo dicho para nuestro objeto de indicar á aquellos de nuestros lectores que lo necesiten , que en materia de montes, menos que en ninguna otra, se puede juzgar ligeramente por apariencias, ni mucho menos generalizar ciertos razonamientos fundados en datos no bien apreciados, porque la cuestion es grave y muy compleja.

Volviendo á la produccion forestal en Francia y dejando la responsabilidad de las apreciaciones consignadas á sus autores, por nuestra propia cuenta dirémos que mas bien las consideramos exageradas por defecto que por exceso ; pero , entiéndase bien , no porque la produccion normal de los montes franceses deba ser mucho mayor; no porque su estado sea muy envidiable ; no porque , especialmente en los montes de pertenencia particular, que son los mas, se tengan muy en cuenta los preceptos de la ciencia , sino precisamente por lo con-

trario, porque se descuajan muchos y otros hasta ahora aprovechados en monte alto y medio se reducen al de monte bajo, aumentando *temporalmente* los productos anuales aprovechados á costa de las existencias; porque la Francia está devorando la preciosa herencia de Colbert, los cuartos de reserva y los resalvos que su ordenanza famosa obligaba á dejar en los montes bajos, y si bien esto está en parte compensado por las reservas que la administracion hace en los montes públicos en vias de conversion de los medios y bajos á los altos, medida prudente y sábia, como no puede extenderse mas que á los que tiene á su cargo, es decir á los del Estado y los pueblos, no queda ni con mucho compensada la diferencia, y la cantidad de productos que se están obteniendo de algunos años á esta parte excede indudablemente á la posibilidad, y aquellos han de disminuir sensiblemente muy en breve: de manera que para nosotros es indudable que la base de 5 y 4 esterios por hectárea, sobre que se ha calculado *la produccion presente*, no puede ser tachada de excesiva y por eso admitimos que la total leñosa sea por ahora de 35.000.000 esterios, como dice M. M. Block.

Pero, de estos, se nos preguntará ¿cuántos son maderables, que es lo que ahora nos importa conocer para saber si bastan ó nó á satisfacer las necesidades del consumo?

Véase una pregunta á que no podemos contestar con números, cual quisiéramos; pero, pues que ya hemos apreciado la cantidad que exige el consumo y debe ser aquella igual á la produccion nacional mas la diferencia entre la importacion y exportacion, conociendo los valores de esta y teniendo idea del precio medio, no nos será imposible satisfacer en lo esencial las justas pretensiones de nuestros benévolos lectores.

Que la produccion de maderas no basta en Francia á satisfacer las necesidades del consumo; que la demanda es mayor que la oferta, dicelo bien claramente desde luego su infalible termómetro, *el precio*; pues es indudable que si este crece á pesar de haberse considerablemente mejorado las vias de comu-

nicacion disminuyendo los gastos de transporte, es y no puede menos de ser, porque lo hace tambien la diferencia entre la demanda y la oferta, ya sea porque permaneciendo estacionaria ó disminuyendo la segunda aumente la primera ó ya porque lo hagan las dos á la vez, pero en mayor escala esta que aquella: imposible es decir con toda seguridad á cual de estas causas será debido el aumento en el precio, pero pues que no es dudoso de que el consumo de maderas va aumentando en creciente progresion y de que los descuajes de antiguos montes se multiplican y se reducen considerablemente las existencias acumuladas por la antigua legislacion y la estrechez del mercado consiguiente á la falta de vias, casi es seguro que el efecto producido será debido á la última causa mencionada, si es que el *precio de los productos maderables ha aumentado*.

Para convencernos de que esto ha tenido lugar, veamos lo que dicen los autores mas competentes en la materia:

«..... Pero el aumento se observaría sobre todo en las maderas de construccion y de industria, *cuyo precio se eleva cada dia*, dice M. Clavé (1).

»Comparando, en efecto, el precio de estas maderas en las diferentes regiones de la Francia en diversas épocas, se puede asegurar que, *en la generalidad de los departamentos, es hoy doble de lo que era hace cuarenta años*. No sucede lo mismo á la leña, que ha quedado casi al mismo precio, á escepcion de algunos puntos, en que el alza ha sido favorecida por circunstancias excepcionales, tales como la creacion de caminos de hierro.»

«En cuanto al consumo *aumenta cada año*. *El precio de la madera de servicio ha doblado desde 1814*; en la cuenca del Sena el metro cúbico de roble se ha elevado de 32 á 60 francos; la madera de industria ó maderijas ha seguido la misma progresion y ha pasado de 15 á 28 francos. El combustible ve-

---

(1) Obra citada, pág. 163.

getal ha permanecido casi estacionario. A las construcciones de todas clases; al crecimiento de nuestro material naval, militar y mercante; á la ejecucion de la red de los ferro-carriles, á todas estas cosas, en fin, que se resumen en la sola palabra de *progreso*, es preciso atribuir este resultado (1).»

Y que esta no es una apreciacion gratuita á infundada de M. Clavé lo decia bien claro M. G. Huriot en *Le Courier francais* (15 Abril 1863) con estas significativas palabras: «*Segun las apreciaciones de la comision de valores, el precio de la madera de construccion, que era de 25 á 30 fr. el metro cúbico, hace algunos años, es hoy de 70 á 75 fr. Para el roble, especie de llanura, el precio del metro cúbico se ha elevado de 25 á 110 fr.*»

Otros muchos escritores confirman esto mismo y por lo tanto no hay para que poner en duda lo que muchos afirman y nadie niega formalmente.

Comparando la marcha que siguen la *importacion* y *exportacion* corroborarémos tambien el aumento en el precio y en el consumo (2) y de una manera indudable que este excede cada dia mas á la produccion, como fácilmente se deduce del siguiente

---

(1) Clavé.—Obra citada, pág. 258.

(2) Algunos de nuestros ilustrados adversarios pensarán que no quedarán justificados estos extremos con la comparacion de los valores de los productos importados y exportados, suponiendo que la unidad de aquellos productos tenga un precio mayor que la de estos; pero si se toman la molestia de examinar los *valores actuales* fijados por la comision de Aduanas para 1862 (*Revue des eaux et forêts*—1864.—Pág. 14), se convencerán de que sucede precisamente lo contrario, como es regular que suceda y consiguientemente que la diferencia representa mayor cantidad de productos de los que se obtendrían haciendo los cálculos por el precio medio corriente.

**ESTADO de la importacion y exportacion media anual por quinquenio de las maderas y leñas comunes en Francia (1).**

QUINQUENIOS.	IMPORTACION—I.		EXPORTACION—E.		DIFERENCIAS—I.—E.	
	VALORES.		VALORES.		VALORES.	
	Oficiales de 1826.	actuales.	Oficiales de 1826.	actuales.	Oficiales de 1826.	actuales.
1827 á 1831	Francos.	Francos.	Francos.	Francos.	Francos.	Francos.
1832 á 1836	19.700.000	»	3.080.000	»	16.620.000	»
1837 á 1841	26.200.000	»	3.160.000	»	23.040.000	»
1842 á 1846	34.180.000	»	3.780.000	»	30.400.000	»
1847 á 1851	44.160.000	»	4.600.000	»	39.500.000	»
1852 á 1856	35.560.000	47.260.000	5.180.000	4.500.000	30.380.000	42.760.000
1857 á 1861	42.240.000	67.160.000	8.500.000	8.100.000	33.740.000	59.060.000
1862 á 1866	53.880.000	107.660.000	15.540.000	18.220.000	38.340.000	89.440.000
1867 y 1868	59.100.000	142.900.000	22.400.000	32.000.000	36.700.000	110.900.000
	»	176.000.000	»	34.350.000	»	141.650.000

(1) El valor *oficial* por unidad es el que se fijó en 1826 por una comision especial y que se ha conservado invariablemente hasta 1863.

El valor *actual*, que en 1847 empezó á usarse juntamente con el *oficial*, es el que cada año señala á la unidad una comision de aduanas; desde 1864 solo se consignan estos y no los *oficiales*.

Los que de esta clase ponemos en el quinquenio 8 ° están deducidos de los de sus dos primeros años y todos estos datos tomados del *Annuaire des eaux et forêts*—para 1870.—Págs. 18 y 19.

Segun se desprende de su enunciado, en el estado anterior no se incluyen las *maderas finas*, pero sí las leñas y esto pudiera dar lugar á que nuestros ilustrados adversarios consideraran sus datos de poquísima importancia para el objeto, de que nos ocupamos ; no sucede así sin embargo, porque tales productos entran en insignificante cantidad, como vamos á demostrar con el detalle de algunos años.

En 1863 la importacion fué por valor de 133.000.000 fr. de los que correspondian (1) á

Combustible vegetal (leña y carbon)..	600.000 fr.
Maderas de construccion. . . . .	109.000.000 »
Id. de pipería ó duelas. . . . .	21.000.000 »
Tablas, aros, mástiles, etc.. . . . .	2.400.000 »
<b>Total. . . . .</b>	<b>133.000.000 fr.</b>

En 1865 la *importacion* ascendió á 150.700.000 fr. correspondiendo (2) á

Maderas de construccion (3). . . . .	121.000.000 fr.
Duelas.. . . . .	25.000.000 »
Combustible vegetal (leña y carbon)..	3.000.000 »
Maderas diversas. . . . .	1.700.000 »
<b>Total.. . . . .</b>	<b>150.700.000 »</b>

La importacion en 1866 fué por valor de 180.400.000 fr., de los que correspondian (4) á

Maderas de construccion.. . . .	125.300.000 fr.
Duelas. . . . .	45.000.000 »
Carbon vegetal.. . . . .	3.000.000 »
Leñas. . . . .	700.000 »
Tablas, aros, palos y corcho. . . . .	6.400.000 »
<b>Total. . . . .</b>	<b>180.400.000 »</b>

(1) L'Alienation des forêts de l'Etat, etc., pág. 409.

(2) Revue des eaux et forêts.—1867.—Pág. 37.

(3) La de roble entra en esta suma por valor de 5.100.000 fr.

(4) Revue des eaux et forêts.—1868.—Pág. 69.

Con esto creemos suficientemente comprobadas nuestras precedentes aseveraciones y por su medio resulta para valor de los productos maderables importados en estos últimos años la considerable *suma de 150 millones de francos*.

Antes de entrar en otro orden de consideraciones no estará de mas que examinemos los datos que arroja el antes inserto estado resúmen de la importacion y exportacion para indicar al menos las consecuencias, que de sus datos se desprenden.

La casilla segunda patentiza el aumento creciente de la importacion no solo en valor sino tambien en cantidad, ya que el de las unidades ha permanecido invariable.

La tercera justifica el primer extremo y como el aumento de sus partidas es considerablemente mayor que el de las de la precedente pone en evidencia la marcha de los precios.

La cuarta manifiesta que la exportacion, siempre muy pequeña, ha aumentado constantemente y comparando su marcha ascendente con la de la quinta, claramente se vé que se refiere á productos que no han variado mucho los precios, es decir á las leñas y otros por el estilo.

La 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> además de corroborar las indicaciones anteriores y la balanza de este comercio especial dicen como la segunda la influencia que en él han tenido las revoluciones políticas, aunque mas claramente se echa de ver cuando se examinan las partidas especiales de los años en que tuvieron lugar, comparándolas con las que les preceden y las que les siguen.

No creemos haber acumulado inútilmente todos los datos precedentes y figúrasenos que de ellos se desprende la grandísima importancia que en la riqueza de las naciones tienen los productos maderables, el gran tributo que ya paga Francia al extranjero para cubrir las necesidades de su consumo, no obstante de ser muy considerable la cantidad de productos maderables, que de sus montes aprovecha todavía; pero como no hemos dicho cual pueda ser esta y ya contamos con elementos suficientes para apreciarla, vamos á hacerlo brevemente, como tenemos prometido.

De los 150 millones de francos, valor de los productos maderables importados, todo lo mas se pueden restar 10 millones, valor de los exportados, quedando como diferencia á favor de la *importacion maderable* 140 millones: su precio medio no puede calcularse en mas de 80 fr. el metro cúbico (1) y por lo mismo no creemos aventurado suponer que se ha importado en los últimos años en Francia de 1  $\frac{1}{2}$  á 2 millones de metros cúbicos mas de los que se exportaron.

Ahora bien, hemos dicho que el consumo ordinario debe ser de 6.571.300 metros cúbicos, pero tambien advertido que con el extraordinario de las nuevas construcciones no se separaría mucho de los 10.000.000 metros cúbicos; pero ateniéndonos á la suma anterior y teniendo presente la diferencia entre la importacion y la exportacion es de suponer que la produccion maderable en Francia habrá sido de 4  $\frac{1}{2}$  á 5 millones metros cúbicos en los últimos años.

En Prusia constituyen el 14 p.  $\infty$  de la total produccion leñosa y si tenemos en cuenta lo antes dicho, no habrá dificultad en admitir esta relacion, comprobando nuestras anteriores apreciaciones.

No se olvide que venimos haciendo referencia á los *productos que en los últimos años* han podido suministrar al mercado los montes de la Francia, lo cual no quiere decir que sea esa su posibilidad, que creemos muy inferior y por lo mismo que de dia en dia ha de ir escaseando y consiguientemente aumentando en grande escala la importacion, como ya se observa en la correspondiente á los últimos años.

---

(1) No está en contradiccion este precio con los antes señalados, porque los primeros se refieren á la media de los característicos de las maderas y leñas, los segundos á los de aquellas en general y el que ahora señalamos á las maderas de mas valor entrando una parte considerable de roble y castaño y coníferas las mas estimadas: tambien justifica nuestra apreciacion la de la comision de aduanas, que señaló los *valores actuales* de 1862, *Revue des eaux et forêts.*—1864.—Pág. 14.

Antes hemos manifestado con cuanto afan y hasta ahora con cuan poco provecho se ha procurado sustituir la madera con el hierro; hemos tambien indicado que nuestros adversarios ilustrados exagerando las ventajas de este y desconociendo las de aquella han pretendido quitarla su importancia, partiendo del supuesto de la posibilidad provechosa de tal sustitucion; preciso es por lo mismo que examinemos con algun detenimiento esta cuestion, empezando para ello por indicar la importancia de la produccion y consumo, en Francia tambien, de tan preciado metal.

*Produccion de fundicion y hierro.*

«En 1800, dice la *Revue des eaux et forêts de 1865* (página 28), nuestras fábricas producian 110.000 toneladas de fundicion. Esta cifra quedó casi estacionaria hasta 1819. En esta época la Francia producía en suma 112.500 toneladas de fundicion, que daban 74.200 toneladas de hierro.

»En 1831, la produccion se elevó á 347.773 toneladas de fundicion y á 237.379 el hierro.

»En 1847, la produccion alcanzó su punto culminante antes de la revolucion de Febrero; fué de 602.772 toneladas de fundicion y 376.686 toneladas de hierro.

»En 1848, el trabajo se redujo. La cifra que representa la industria de la fundicion baja á 472.000 toneladas, y para el hierro á 276.000.

»Estacionaria durante muchos años, vuelve á levantarse hacia 1854. Hallamos para este año 771.000 toneladas de fundicion y 511.000 de hierro.

»En 1857; fundicion 992.000; hierro 560.000 toneladas.

»En 1858; fundicion 872.000; hierro 530.000 toneladas.

»En 1859; año á que se refiere siempre para medir la influencia del tratado de comercio, se evaluó la produccion en 856.000 toneladas de fundicion y en 520.000 toneladas de hierro.

»En 1860, las cifras se elevan, para la fundicion á 880.000 toneladas y para el hierro á 556.000.

»En 1862, la producción alcanza 1.053.000 toneladas de fundición y en 1863 1.180.000.

»Segun M. Héron de Villefosse, la Europa entera no producía en 1808, mas que 825.000 toneladas de fundición. Esta producción se eleva hoy á 6.800.000 toneladas.

»La producción de Inglaterra por sí sola se acerca á 4 millones toneladas.»

En 1868 la producción se elevó á 1.274.333 toneladas de fundición y 916.645 de hierro.

En 1869 fué la primera de 1.398.501 y la 2.<sup>a</sup> de 1.009.370 toneladas.

*De manera que en 50 años ha decuplicado la producción del hierro en Francia.*

Que este aumento considerabilísimo en la producción del hierro no basta á satisfacer el mayor de las necesidades del consumo lo demuestra el exceso creciente de la importación sobre la exportación; de muy buen grado lo haríamos patente consignando las cantidades ó valores, que cada año alcanzaron; pero no contando por ahora con datos fidedignos relativos á suficiente número de años, ni por otra parte juzgando de absoluta necesidad aquella demostración por cuanto es notoria sino en cantidad al menos en calidad, nos concretaremos á decir, que en 1862 la *importación* alcanzó la suma de 47 millones 600 mil fr., siendo solo de 5.000.000 fr. la *exportación* y por lo tanto la diferencia á favor de aquella de 42.600.000 fr., con cuyo dato se puede formar una idea de la importancia del exceso, que es lo que por ahora solo deseamos.

De lo expuesto se deduce ya de una manera incuestionable la grandísima importancia de los productos maderables y la imposibilidad de sustituirlos con el hierro; porque en efecto, hemos visto sus infinitas é interesantes aplicaciones, sus irremplazables cualidades, aumentar considerablemente el precio y la importación y como la producción, es decir, la cantidad de productos presentados al mercado ha ido en aumento por el estímulo de aquel y á beneficio de las antiguas reservas,

es indudable que los límites del consumo se han ensanchado considerablemente haciendo temer con razon para un próximo porvenir la imposibilidad de satisfacer sus apremiantes necesidades, pues que la produccion regular, es decir, la posibilidad de los montes no solo no aumentará en tan breve plazo, sino que necesariamente ha de disminuir por la extincion de las antiguas reservas y las que será preciso hacer para aumentar aquella en lo futuro; al propio tiempo hemos visto el asombroso desarrollo de la produccion del hierro y que ni con él basta á satisfacer las necesidades crecientes del consumo, como lo dice sin género de duda el progresivo exceso de la importacion sobre la exportacion.

¿Qué se desprende, pues, de todo esto?

1.º Que se ensancha cada dia el mercado de los productos maderables.

2.º Que lo propio sucede al del hierro considerado en los diferentes estados, en que en el mercado se presenta.

3.º Que estos resultados son consiguientes al aumento extraordinario de las necesidades del *progreso*.

4.º Que si los productos maderables no tuvieran la importancia que les damos por sus especialísimas condiciones; que *si el hierro pudiera con ventaja sustituirlos* anulándola, como suponen nuestros adversarios, no se explicaría el gran crecimiento de su precio y de su consumo y estas condiciones corroboran aquellas.

5.º Finalmente, si á pesar de que el hierro hasta ahora apenas ha atendido mas que á las necesidades de su mercado especial y no obstante de haber alcanzado tan extraordinario desarrollo en su produccion, á duras penas lo consigue y en la nacion á que nos venimos refiriendo ha necesitado de la ayuda del extranjero ¿qué hubiera sucedido y que sucederá cuando las maderas falten, en el supuesto de que *fuera aceptable la preconizada sustitucion? ¿Es acaso posible producir todo el hierro que se quiera en las condiciones necesarias, ni ventajoso á los intereses nacionales dejar en yermos improductivos*

los terrenos que podrían ser buenos montes, solo porque el extranjero *podiera* suministrar ese imaginario supletorio universal?.....

Además que si es una verdad para Francia y para España la que sostienen nuestros adversarios, lo será para todas las naciones y si siéndolo y siguiendo sus consejos imprudentes todas descujaran sus montes ¿de dónde saldría hierro bastante para satisfacer á las necesidades á que hoy atiende en union de los productos maderables, aunque por un momento olvidáramos que no se puede producir de buenas condiciones sin el combustible vegetal y que el *mineral* no se obtiene sin invertir en su explotacion grandes cantidades de madera, como dejamos demostrado?

Pero, nó; nuestros ilustrados adversarios no pretenden llevar las cosas á tal extremo y se concretan á pesar, aunque no en la balanza de la razon, los inconvenientes y ventajas de la falta de productos maderables en su propio país, esperando siempre que haya otros insensatos, (1) segun ellos, que estén dispuestos á suministrarle los que necesite en todo caso; como si sus principios fueran una enfermedad endémica, que tal pudiera ser; como si sentadas premisas absolutas, la lógica no nos condujera á consecuencias tambien absolutas; como si en todas partes á los intereses del hoy no se sacrificaran imprudente é inconvenientemente los del mañana; como si el hacha del maderero no derribara en una hora el árbol de dos siglos y, con mas furor y menos cuidado *en los que fueron há poco montes vírgenes*, que dicho sea de paso no son los que mas y

---

(1) Nuestros ilustrados adversarios, los economistas *ultra-liberales*, creerán que en estas consideraciones nos dejamos guiar mas de la fantasía, que de la razon, suponiéndoles ideas descabelladas, que no reconocen por suyas; pero, si admíten la discusion á que les invitamos, verán que aquellas son consecuencias inmediatas y necesarias de sus premisas, si bien les hacemos justicia consignando que al sentar estas sin bastante conocimiento de causa estaban muy lejos de pensar que pudieran la lógica conducirnos á aquellas.

mejores productos contienen, convirtiéndolos en inútiles páramos lo mismo en América, en el Asia y en la Océania que en Europa ; como si aun que tal no sucediera el gran volumen y peso de tales productos y su necesariamente bajo precio relativo permitiera atender á las necesidades de su consumo con los de procedencias cualesquiera y finalmente como si en la region propiamente forestal fuera posible otra produccion mas ventajosa..... y que en tales desvarios incurren nuestros ilustrados adversarios con la mejor buena fé, es indudable ; pues que siempre que ven rebatidos sus argumentos sobre la sustitucion de la madera por el hierro , etc. , etc. , acuden al recurso supremo de la *importacion* y al *ejemplo de la vieja Inglaterra*.

Pero la importacion no es posible y duradera sin grandes centros de *produccion permanente* en condiciones tales que permitan el transporte sin gravámen excesivo; ya los hay, contestan nuestros adversarios, y Suecia y Noruega, Alemania y Rusia en Europa y el Canadá y los Estados- Unidos en América contienen en sus montes infinitos cruzados de rios caudalosos maderas bastantes para atender á todas las necesidades imaginables durante muchos siglos; veamos si esto es exacto.

*Suecia y Noruega* tienen , es cierto , vastísimos montes , de que se han sacado cuantiosos productos maderables; pero «*los incendios frecuentes , las cortas desordenadas , el pastoreo ilimitado , la falta de plan en los aprovechamientos , en una palabra , el cúmulo de vicios consiguiente á una administracion poco inteligente ha reducido los montes de la península escandinava á un estado de degradacion indescriptible.*» dice nuestro respetable y querido maestro y amigo Sr. Bosch y Juliá (1) confirmandolo M. Clavé (2) y cuantos se han ocupado de ese país, que por haber seguido las ideas de nuestros ilustrados adversarios y usado y abusado de su riqueza forestal de una manera

---

(1) Memoria sobre la parte forestal de la exposicion de Londres en 1862.—Pág. 97.

(2) Obra citada. Pág. 263.

lamentable, no solo vé ya considerablemente disminuido uno de sus mas importantes ramos de riqueza, el comercio de maderas, que de continuar por tan mala senda pronto le verá aniquilado, sino tambien amenazado el no menos importante de sus preciados hierros.

*Alemania*, que ya no es la *Hercynia Silva* de los antiguos, ni mucho menos, si bien puede ahora y continuará pudiendo (precisamente porque sus gobiernos previsores no siguen los consejos de nuestros adversarios) exportar cuantiosos productos maderables á ciertas comarcas de condiciones especiales, nunca en la cantidad que exigen ya las necesidades del consumo; así es que en los 180 millones á que ascendieron las importaciones en Francia en 1866, Austria figura por 33 y el resto de Alemania por 16, de los que hay que descontar 6, que recibió de aquella á su vez, mientras que de Suecia y Noruega importó por valor de 72 y como estas han de ir disminuyendo y aquellas no pueden aumentar en la misma proporcion, la escasez será inevitable y las consecuencias funestísimas.

*En Rusia* ha sucedido poco mas ó menos lo que en Suecia y Noruega, aunque su gobierno hace tiempo se afana por poner remedio al mal producido; recordamos haber leído una descripcion de los montes de la Rusia en que se decia que *una ardilla en otros tiempos, no muy lejanos, saltando de árbol á árbol podía cruzar el vasto imperio moscovita*, que de este modo aparecia como un monte interminable. Alguna exageracion habia sin duda en esta pintura, pero es indudable que en no lejana época abundaban los productos forestales, de que se hacia una considerable exportacion. Veamos como ahora se encuentra.

«Si al presente se viaja por Rusia, como lo hemos hecho durante mas de diez meses, dice M. A. Jourdier (1), se sorprende mas aun, pero no se queda indeciso.

(1) Forces productives, destructives et improductives de la Russie.— 1860 — L'Alienation des forêts de l'Etat, etc.—Pág. 479.

»En lugar de ese gran país de montes inmensos á que se cree llegar, no se ven por todas partes mas que muy pocos y aniquilados por el viento ó por el hacha del *moujick*; solo se encuentran bosques talados ó mas ó menos recientemente roturados.

»No hay tal vez una sola comarca de Rusia, en que no se tenga que deplorar la devastacion por el *hombre* ó por el *fuego*, estos dos mortales enemigos de la silvicultura moscovita!

»Lo que decimos es tan cierto, que las personas ilustradas empiezan á prever una crisis que podria ser muy terrible, si el descubrimiento de mayor número de capas de un nuevo combustible, como la hulla ó la anthracita, no viene pronto á atenuar los futuros efectos.

»Si fuera posible dudar de lo que acabamos de decir, citaríamos la *tala de casi todas las riberas del Volga, cuyas consecuencias tan caras se pagan hoy.*

»Estas consecuencias, en efecto, son desastrosas para la navegacion, como debiera haberse previsto, pues que ningun dique queda ya contra las aguas y las arenas; así es que se hallan las últimas á cada paso bajo la forma de islas movedizas, extremadamente peligrosas para la marina mercante.

»*La Rusia no es, pues, como se cree comunmente en Occidente, una especie de vasto monte virgen, que guarde árboles gigantescos para la construccion y leña en cantidad inconmensurable; sino todo lo contrario.*»

Indudablemente M. Jourdier no quiere decir lo que á primera vista parece ó se refiere á la region meridional del imperio principalmente; porque en Rusia hay todavía vastos montes y muchos en buen estado; pero están repartidos con mucha desigualdad y léjos de los rios y de las costas y por lo mismo son sus productos de costosísima saca; los que se hallaban en mejores condiciones para la exportacion ya cayeron bajo el hacha insaciable, ó la tea asoladora del *moujick*; tanto es así que á pesar de conservar una parte considerable de los 169 millones de hectáreas de monte, que tenia en 1780, en extensas comar-

cas sus desgraciados habitantes no cuentan con mas combustible que brezos enanos, juncos, y la paja ó el estiércol de sus ganados y en Moscou mismo la leña se paga 30 por 100 mas cara que en Paris (1); es decir que se encuentran en la triste situacion que los habitantes de los Altos Alpes ó los de nuestra Mancha.

Con esto creemos dejar convencidos á nuestros ilustrados adversarios de que en Europa no existen los grandes centros de produccion que suponen y no porque no pudiera bastarse á sí misma en el importante consumo de productos forestales, sino porque la tala que ellos piden inconscientemente es ya un hecho demasiado cierto por desgracia. Rusia, ese centro de colosal exportacion en su concepto, solo figura en la importacion de Francia en 1866 por valor de 13 millones de fr., de los que 12 corresponden á los productos procedentes del Báltico y 1 á los del mar Negro.

El *Canadá* es al presente, como todos los paises vírgenes, un gran centro de produccion y consiguientemente de exportacion, que reúne grandes condiciones; pero de tal manera se tratan aquellos vastos montes, tal prisa se dan los colonos á cambiar la obra de los siglos por dinero, que muy pronto se verán reducidos á las condiciones de los páramos y las sábanas, cuando no á las de los mas áridos desiertos (2); cierto es que el gobierno inglés empieza á vislumbrar tan triste porvenir y que para evitarlo ha establecido allí el gérmen de una

---

(1) Clavé.—Obra citada. Pág. 262.

(2) En los *Annales forestières* de 1861, pág. 399, se consigna en extracto las opiniones del *Farmer's-magazine*, hallándose el siguiente significativo párrafo: «El gobierno austriaco se esfuerza en tomar todas las medidas necesarias para asegurar la conservacion y el buen aprovechamiento de sus vastos montes, manantial de la riqueza nacional, y seria muy de desear que tan buen ejemplo se siguiera por la Gran Bretaña en sus montes coloniales y particularmente en los de la América del Norte, en que se corta sin cuidarse del porvenir, destruyendo el hacha y el fuego vastos montes.»

administracion forestal; cierto es que ese gobierno, á quien se pinta como enemigo de la centralizacion y de la posesion de los montes por el Estado pone ya travas al interés particular en la tala de aquellos preciosos montes, empezando por declararlos de pública pertenencia; pero es difícil, sino imposible, que á pesar de su enérgica decision consiga su objeto plausible atendida la distancia que le separa de aquellas colonias y á las malas costumbres por los colonos ya adquiridas, á los intereses creados y á la imposibilidad de improvisar en tan luengas tierras una administracion forestal bastante fuerte para contener la corriente torrencial del comercio de maderas, que es ahora allí la savia que dá vida á aquella poblacion, sino es ya que en brevê plazo no pase á ser un estado independiente bajo la forma republicana, que impera entre sus vecinos; pues en este caso, casi seguro, las consecuencias de la accion del interés del individuo en los montes se verán primero.

«Un rio caudalósísimo, el San Lorenzo, dice M. Clavé (1), atraviesa el país en toda su latitud, formando un inmenso vallê, limitado por la cadena de los Laurentidos y la de los Apalachos. Este rio que sale del lago Ontario, puede ser remontado por los mayores buques hasta Québec, á ciento cincuenta leguas de su desembocadura; recibe en su curso numerosos rios, casi todos canalizados, que conducen las maderas de los puntos mas distantes. El aprovechamiento ó mejor dicho *explotacion* de los montes y las diferentes industrias que dependen de ellos no ocupan menos de 3.000 empresarios y 20.000 obreros hacheros y flotadores ó almadieros. Las especies que allí se encuentran son el roble, el arce, el nogal, el carpe, el olmo, el fresno, el pino, el pinabete y un árbol especialmente propio para las construcciones navales, conocido bajo el nombre de *pinabete del Canadá* (?), cuya madera es casi incorruptible. Todos estos árboles, que crecen en rodales espesos, alcanzan

---

(1) Obra citada.—Pág. 266.

grandes dimensiones y no es raro encontrar pinos, que pueden producir mástiles de una sola pieza para buques de 2.000 toneladas. Gracias á los rios, las maderas llegan á Québec con muy pocos gastos y dan lugar á una exportacion, que se eleva anualmente á mas de 50 millones de francos. Esta cifra solo comprende las maderas en bruto y para tener una idea exacta de este comercio, es preciso añadir *las que se transforman en carbon ó en potasa* y las que se convierten en buques, pues Québec es ya ahora uno de los mayores astilleros del mundo.»

Con tan buenas condiciones indudablemente esa region afortunada tiene que ser por algun tiempo un gran centro de exportacion; pero cunde, y cundirá mas cada dia, la tala y devastacion, como comprenderá cualquiera que conozca la fuerza destructora irresistible de tantos y tan encarnizados enemigos de los árboles allí ya reunidos, que indudablemente se aumentarán si, como ya se ha propuesto, se pone en fácil y económica comunicacion por el Ottawa, lago Huron, *Freush river*, lago Nipissing y rio Mattawan á Bytown con los montes de Ottawa; de manera que no se pasarán muchos años sin que se observe primero dificultad y despues imposibilidad de continuar el colosal comercio establecido á costa de las existencias por los siglos acumuladas, como ha sucedido en todos los paises de análogas condiciones; porque el deseo del lucro nada respeta y ha sacrificado siempre al presente el porvenir y con mayor motivo ha de suceder cuando aquel le sienten empresarios aventureros y ocasion tienen de realizarle sin freno, ni medida.

En el mismo caso se encuentra el Nuevo-Brunswick, que, segun M. Gauldré-Boileau, hace concurrencia al Canadá en la exportacion de maderas y construccion de buques. «Véase, dice, algunas cifras en apoyo de esta observacion. En 1859, el puerto de Saint-John expidió 469 buques cargados de madera con destino al Reino-Unido midiendo 275.012 toneladas; en 1858 el número de buques se habia elevado á 345 con una capacidad de 195.528 toneladas. 62 buques que medían 29.712 toneladas fueron además construidos en Saint-John du-

rante el año último. Añadiendo 10.000 toneladas salidas de otros astilleros de la provincia se tiene un total de 40.000 toneladas para el Nuevo Brunswick en las construcciones marítimas de 1859.» (1)

De lo dicho se deduce que el Canadá y el Nuevo-Brunswick serán por algun tiempo dos grandes centros de exportacion. ¿Pero así y todo podrian nunca atender á las necesidades crecientes del inmenso consumo de las naciones despobladas de monte? De ningun modo y si ahora que apenas atienden á otro que al de Inglaterra caminan á su ruina, esta se consumaría en muy corto plazo si aquello pretendieran y nunca seria posible que económicamente satisficieran las necesidades de las poblaciones continentales, porque en ellas resultarían á un precio fabuloso los productos; de manera que tan vastos montes no nos podrían dispensar nunca, ni temporalmente siquiera, de conservar los nuestros en buenas condiciones y bien distribuidos, para que se puedan satisfacer las necesidades del consumo de los pueblos en las condiciones económicas que deben reunir; *así es que la importacion de maderas de aquellos grandes centros solo sirve y servirá para atender á los usos especiales de la marina y otros parecidos de los pueblos costerizos, que las pueden pagar á precios elevados y recibir sin el recargo de un transporte costosísimo, cuando no imposible.*

Análogas observaciones pudiéramos hacer con referencia á otros mercados coloniales; pero no lo creemos necesario y si solo para comprobarlas, para que no se crean aquellas ilusas concepciones de nuestro entusiasmo por los montes, brevemente nos vamos á ocupar de lo que ha sucedido y sucede en los Estados-Unidos, que es bien sabido reunían tan buenas ó mejores condiciones como las ricas regiones referidas; pues ni les faltaban extensísimos y muy frondosos montes, ni rios caudalosos, ni costas dilatadas, ni su poblacion tenia nada que en-

---

(1) Clavé.—Obra citada. Pág. 370.

vidiar á la de aquellas por su genio y por su riqueza y su mejor situacion geográfica relativamente al mundo civilizado y las muchas otras riquezas naturales les permitian ámpliamente alcanzar su espantoso desarrollo sin destruir los montes incommensurables, que allí encontraron los colonos.

No negarémos nosotros que aun hoy la gran república es un centro importante de exportacion de productos maderables, que aun tiene grandes montes de que disponer ; pero si afirmamos que siguiendo la senda emprendida, lo que sucederá irremisiblemente si al interés individual se deja disponer de tal riqueza, pronto, muy pronto no solo no podrán continuar la exportacion, sino que habrán tambien de acudir á la importacion para procurarse las maderas , que en enormes cantidades su industria y su comercio necesitan cada día en creciente progresion ; para que se vea la justicia de este triste vaticinio, oportuno creemos citar algunos hechos.

«El vasto territorio , que compone los Estados-Unidos, se lee en los *Annales forestières de 1862* (pág. 49), estaba en no muy lejana época cubierto de riquezas forestales considerables; el suelo que se extiende del Atlántico al Mississipi estaba poblado de monte en casi toda su superficie, formando uno no interrumpido comprendido entre estos dos límites. Pero grandes cambios han tenido lugar en tal estado en 25 á 30 años y sobre todo desde la invasion general de los caminos de hierro. Gracias á la facilidad que procuran estos medios de transporte y á los productos absorbidos en su construccion, *los grandes montes situados en la costa y en las cercanías de los rios navegables han desaparecido casi enteramente y los que están á mayor distancia tienden á desaparecer.*

«La exportacion de maderas en los Estados Unidos en 1861 se calculaba en 12 millones de dollars (64.800.000 fr.); el consumo local pasaba en la misma época de 60 millones de dollars (324.000.000 fr.) En este consumo Albany (Estado de New-York) figura por 300 millones de piés cúbicos; Chicayo (Illinois) por otra cantidad igual; Bangore (Maine) por 250 millones y Baltimore (Maryland) por 150 millones.

«*La escasez de buenas maderas y el aumento de gastos motivado por transportes mas largos para conducir los productos de los montes á los lugares de consumo, han provocado un alza bastante considerable en el precio de estos necesarios artículos y para remediar en lo posible la consecucion de esta obra, se han buscado los medios de atenuar sus efectos, introduciendo mejoras importantes en las operaciones de aserrar.*»

Los mismos efectos se observan en la California y el Oregon, patria de los árboles gigantescos de 100 metros de altura por 10 y hasta 14 de circunferencia, que en las otras comarcas de la confederacion, y tan evidente es la devastacion que la prensa clama hace tiempo, porque se ponga remedio pronto y eficaz contra la insaciable codicia de los madereros, que ya casi han concluido con las irremplazables *maderas rojas* (redwood) de tan buenas condiciones, que de allí se exportan en grande escala cada dia para la América del Sud, las islas San wich y aun hasta para la China (1).

Pero, si de esas apartadas y recientemente explotadas regiones pasamos á las que primero cayeron bajo el poder de los colonos, verémos mas evidentes los tristes efectos, que lamentamos.

Nuestra cansada pluma cede con gusto el honor de esta descripcion sumaria á la elegante de nuestro querido maestro señor Bosch y Juliá, que dice (2):

«Los frondosos bosques comprendidos entre el Atlántico y el Mississipi han ido disminuyendo de una manera pasmosa, con motivo de la facilidad de los transportes, el desarrollo de la agricultura y la falta de prevision. Massachusets, que por la moralidad, inteligencia y energía de sus ciudadanos supo colocarse á la cabeza de los Estados Unidos, apenas hace dos siglos que está colonizado *y se halla ya en los mismos apuros*

---

(1) Revue des eaux et forêts.—1869.—Pág. 324.

(2) Memoria sobre la parte forestal de la exposicion de Lóndres de 1862.—Pág. 168.

que nosotros tocante á la escasez de los productos forestales. Los restos de los antiguos bosques primitivos, tratados de una manera indigna del espíritu de orden que caracteriza á los hijos de los antiguos puritanos, son insuficientes para satisfacer las necesidades del consumo. El hacha del yankee ha transformado en desiertos los montes que cubrian las orillas del mar de Boston, la Atenas de la América del norte. Los hombres pensadores colocados al frente de la Administracion del Estado acuden presurosos á los sábios para que propongan los medios de empeñar á los propietarios de tierras en conservar, mejorar y aumentar el suelo forestal. Los particulares no llegan á comprender que el repoblado de las tierras incultas sería un acto de patriotismo á la par que un buen negocio; y los economistas y políticos profundos, que se jactan de ser descendientes de los fundadores de la libertad religiosa y de la libertad de enseñanza, los mas acérrimos partidarios del individualismo puro se ven obligados á declarar que los montes, si han de ser provechosos para el país, no deben ser tratados por individuos que obren sin vínculo ninguno que los una; que su conservacion y mejora no pueden realizarse sino despues de una ordenacion sabiamente preconcebida, aplicada sobre toda la superficie del territorio, empleando todos los recursos de la ciencia, y respetada y seguida de generacion en generacion. El norte americano ha desconocido la importancia de sus riquezas forestales y el modo como debe usarse de ellas. Es cierto que aun quedan en la América septentrional bosques capaces de alimentar por algun tiempo un comercio considerable; mas no se olvide, que cuando los montes no son objeto de un cultivo especial, desaparecen en los países civilizados, pudiendo ser su desaparicion fatal para el hombre.»

Estos breves apuntes, á la par que demuestran la invalidez del argumento de la posibilidad de procurarse siempre las maderas necesarias por la *importacion*, que con tanta ufanía utilizan ciertos economistas ultra-liberales, corroborean más y más la importancia que aquellas tienen en la riqueza de las nacio-

nes y el inmenso consumo de que son objeto. Veamos ahora si tiene mas fuerza el ejemplo de Inglaterra, de que tampoco nunca se olvidan.

Cuando la invasion de las Islas británicas por los romanos, tan pobladas estaban de espesos montes, que el emperador Severo ocupó en talarlos el año 207 de nuestra era sus legiones y las tropas auxiliares pereciendo 50.000 hombres en esta empresa, segun Dion Casius y Herodion.

Pero no viene de entonces su pobreza actual en montes, que ella es debida á las causas generales que en todas partes han producido su destruccion y al empeño que en conseguirla pusieron sus dominadores para quitar en Escocia á los montañeses, en Inglaterra á los outlaws ó bandidos y en Irlanda á los whithe-boys el refugio que en la espesura de sus bosques encontraban. Juan de Lancaster empleó 2.400 obreros en talar los montes de Escocia; Roberto Bruce destruyó un gran número en su expedicion á Inverary contra Cumín; en la region septentrional de este reino los daneses incendiaron una parte notable de ellos y Monck en 1654 mandó destruir los bosques de Alberfoyle; no es, pues, extraño que hoy la Gran Bretaña sea uno de los paises mas pobres en montes del universo, segun M. Becquerel.

Esto, bajo el concepto que en el presente estudio examinamos, no seria de lamentar por el momento, dadas sus condiciones especialísimas, si en *muchas comarcas á los antiguos montes no hubieran reemplazado vastos quanto estériles brezales* (1), con grave perjuicio de la riqueza presente y futura de la hoy poderosa Albion.

Nuestros ilustrados adversarios, que para demostrar que el Estado no debe administrar montes, defienden con grande cuanto equivocado empeño, como veremos mas adelante, la poderosa accion del individuo, suponiendo que en las Islas británicas á su iniciativa y su constancia, hijas legítimas del in-

---

(1) Becquerel.—Des climats..... etc. Págs. 237 y siguientes.

terés, se debe la existencia de grandes montes, no tienen reparo al debatir la cuestión presente en admitir su pobreza forestal característica para corroborar con su ejemplo que sin ella pueden todas las naciones alcanzar el apogeo de su prosperidad; que la madera y la leña no tienen importancia desde que vinieron á sustituirlas el hierro y la hulla y que en todo caso puede atenderse á la satisfacción de su necesidad por la *importacion*, como lo hace el Reino Unido.

En todo esto hay seguramente una confusa mezcla de verdades é ilusiones, que irémos poniendo en evidencia en cuanto sea necesario para nuestro objeto; pero, sin perjuicio de lo que digamos sobre este particular mas adelante, debemos ahora dejar consignado que, no obstante de ser la raza anglo-sajona mas que ninguna otra apasionada de los árboles; no obstante de que muchos allí toman por enseña el *nobis placeant ante omnia sylvæ... si canimus sylvas sylvæ sunt consule dignæ*, que escribió Virgilio; no obstante de ser su carácter emprendedor enemigo de la esterilidad y de contar con recursos sobrados para combatirla con el auxilio de la producción forestal, si los ingleses cuentan con deliciosos y productivos (?) setos vivos, si con parques extensos en que han hermanado el arte con la naturaleza de una manera sorprendente, si con unos y otros han conseguido dar al país una perspectiva forestal muy marcada, no pasa esto de ser una bella ilusión, que se desvanece como todas con la distancia; pues que apenas tienen verdaderos montes (1), ni estos ni una agricultura floreciente cubren grandes extensiones en otro tiempo pobladas de frondosos bosques.

Pues bien, dicen nuestros ilustrados adversarios, siendo esto cierto y evidente la prosperidad creciente (que pronto se convertirá en situación muy angustiosa) de la Gran Bretaña estamos en buen terreno al sostener nuestros principios espe-

---

(1) El mas importante de ellos, el *New-forest* en el Hampshire, dícese fué creado por Guillermo el Conquistador.

cialmente en cuanto se refieren á la produccion y consumo de productos leñosos y á las ventajas de acudir como aquella á la importacion.

Pero vamos á ver que no sucede así. Ciertamente es indudable que la produccion forestal de aquellas islas es de poca importancia; *que en cambio el consumo aumenta cada dia de una manera alarmante*, como lo aseguraba M. Gladstone en el presupuesto para 1866-1867 presentado á la Cámara de los comunes y lo justifica el considerable aumento en las *maderas importadas*, que para demostrar la necesidad de suprimir todo derecho á su entrada en el mismo se consigna; pues resulta haber ascendido la cantidad de aquellas en

1811	á	734.754	metros	cúbicos.
1843	á	2.287.076	»	»
1850	á	3.035.926	»	»
1859	á	4.242.836	»	»
1865	á	6.519.600	»	»

En estas enormes cifras, representativas de inmensos capitales, no se incluyen seguramente las maderas correspondientes á los buques nuevos para aquella nacion construidos en donde quiera que existen montes y muy especialmente en sus colonias del Canadá y la Australia; su previsor gobierno procura fomentar tan importante industria admitiéndolos libres de derecho, no obstante las preconizadas cualidades del hierro en la construccion naval y de su indudable interés en aumentar el comercio de tan preciado cuanto allí abundante metal, con lo cual demuestra sin género de duda que reconoce y aprecia en todo su valor las ventajas de la madera sobre el hierro en la construccion como al tomar las sérias medidas, que hemos indicado, en sus colonias para evitar los abusos, que ya han reducido á estériles desiertos extensas comarcas, manifiesta la mucha estima en que tiene los productos de los montes.

Ahora bien: si en Inglaterra no se experimentan tan enormes perjuicios de la falta de montes en su territorio, como sucede y mas sucederá cada dia en las naciones continentales,

es debido á las condiciones de su clima, á su gran riqueza hullaera, á la posesion de las indicadas colonias que la permiten proveerse de maderas sin disminuir su riqueza y á que la estrechez de su suelo y la longitud de sus costas permite llevar sin recargo excesivo los productos importados principalmente de aquellas á los centros de consumo y, entiéndase bien, no queremos con esto decir que merezca la aprobacion de nadie la falta de montes en el Reino-unido, ni mucho menos que en ella veamos como otros una ventaja, porque, aunque no tanto como en nuestros climas, no puede menos de sentirse la necesidad de su benéfica influencia en las cordilleras; porque no faltan allí terrenos extensos en que pudieran cultivarse buenos montes con ventaja para la riqueza nacional, ya que en ellos no se cogen abundantes espigas y forrages, como creen algunos infundadamente, si quiera no abunden tanto aquellos como en el continente; porque de la escasez de sus leñas depende en gran parte la mala calidad de sus hierros, siendo causa de que la tierra que mas de ellos produce sea tributaria de Suecia, Francia, España y otras naciones en los de primera calidad, que para sus aceros manufacturados necesita; porque en dia no lejano, aunque sus colonias continuen á ella sometidas, no podrán suministrarle á precios económicos ó tal vez á ninguno las maderas que cada dia en mayor escala necesita, pudiéndose además repetir los perjuicios que experimentó á principios del presente siglo; pero, aunque todas estas razones no existieran ¿podríanse nunca comparar las condiciones de Francia y de España á las de la Gran Bretaña? Aunque los montes de la América y la Australia fueran inacabables y susceptibles de proveer al mundo de maderas ¿podrían estas llegar nunca á los pueblos que las necesitan en el interior, lejos de la costa? Aunque la destruccion completa de los montes no trajera como consecuencia inmediata las tristísimas condiciones del desierto, aunque la *importacion* pudiera proveer á todas las necesidades ¿sería nunca conveniente dejar en rocas peladas convertidas nuestras cor-

dilleras, en áridos desiertos nuestras llanuras esteparias, pedregosas y arenosas etc., etc., que no admiten otra vegetacion mas útil y productiva que la leñosa? ¿Con qué cambiaríamos los productos de tan inmensa importacion.....? Imposible parece que los que se precian de economistas sostengan con poco meditadas generalidades tan disolventes teorías desconociendo los perjuicios que la Gran Bretaña experimenta por la falta de montes, en su region propia, á pesar de sus especialísimas condiciones y los inmensamente mayores que produciría en Francia y en España la estricta aplicacion de sus doctrinas. ¡Bastantes por desgracia sienten ya por no haber seguido, cual la razon y la experiencia aconsejaban, las contrarias, que están mas en armonía con las leyes de la produccion y del consumo, pues que segun ellas los montes y los campos ocupando sus regiones propias deben ayudarse para elevar aquella á su apogeo y hacer posible el segundo económicamente, es decir la satisfaccion de nuestras necesidades con el menor esfuerzo!....

Sentiríamos no haber dicho bastante para unos y sobrado para otros en la cuestion, que hemos procurado esclarecer; pero nuestros benévolo lectores, comprendiendo la imposibilidad de contentar á todos, sabrán dispensarnos las faltas, que en tal concepto hayamos cometido, estando persuadidos nuestros ilustrados adversarios que si aceptan la discusion, á que les invitamos, con gusto ampliaremos en caso necesario nuestras anteriores indicaciones para rebatir los argumentos, á que hemos procurado contestar en el artículo presente.

Para terminarle, oportuno creemos dar una idea de la *composicion de las maderas y principales sistemas de conservacion y preparacion*; pues que así se demuestra la necesidad é indica el medio de hacer útiles las provisiones y mas ventajoso su empleo, aumentando su duracion y consiguientemente disminuyendo los gastos de conservacion, al propio tiempo que se ensanchan los límites del mercado de muchas especies, que le tenian antes muy reducido.

Los árboles, y las maderas que de ellos proceden, son cuerpos organizados sometidos á todas las vicisitudes de la vida.

Expuestos cuando vegetan á accidentes y enfermedades que pueden alterar su constitucion, bajo la influencia del calor y la humedad se descomponen mas ó menos lentamente por la accion recíproca de las sustancias elementales, que los constituyen y las exteriores con ellos en contacto ó por la accion de otros seres vivos, que á sus expensas se desarrollan, cuando muertos ó apeados los primeros, la accion de las fuerzas vitales deja de contrarrestar en todo ó parte aquellas perniciosas; pero estas no obran siempre en todas las maderas con igual intensidad, que depende esta de las condiciones características de la especie y de las en que los árboles crecieron y se apearon, así como tambien de las propias del lugar, en que aquellos productos se encuentran colocados.

No podemos, ni pretendemos entrar de lleno en el vasto cuanto nebuloso terreno de las teorías hasta ahora incompletas, que pudieran darnos razon de los efectos observados y solo indicaremos algunos de estos, ya que mucho influyen en la importancia del consumo de los productos, de que nos venimos ocupando.

La madera se compone de *celulosa y materia incrustante ó leñosa* además de las sustancias de que estas proceden y de algunos principios minerales, que por la combustion dan de 1 á 5 por 100 de cenizas (1).

La *celulosa* es una sustancia orgánica blanca, mas ó menos agregada, de peso específico variable entre 1'449 á 1'57 y cuya composicion elemental está representada por la fórmula  $C^{13} H^{10} O^{10}$  ó 0'444 de carbon y 0'556 de hidrógeno y oxígeno en las proporciones de la composicion del agua (2); créala el

---

(1) Nanquette-Exploitation, débit et estimation des bois.—Pág. 215.—Payen, segun veremos luego, supone que la cantidad de cenizas es de 0'5 á 1 por 100 del peso total de la madera y otro tanto de azoe.

(2) Payen.—Memoria sobre la conservacion de las Maderas.—Annales forestières—1861.—Pág. 355.

*protoplasma* á expensas del almidon, el azúcar, la inulina y las grasas, de manera que estas sustancias desaparecen en parte, cuando aquella se desarrolla en los tegidos vegetales (1); «como ellas y con ellas es el origen de las principales alteraciones de la madera, porque constituyen las sustancias apropiadas al alimento de los insectos y moluscos llamados xilófagos, al desarrollo de los fermentos y al de las vegetaciones criptogámicas(2).»

La *materia incrustante ó leñosa* consta de cuatro sustancias; *lignosa, lignona, lignina y lignirosa*, que, aunque compuestas de los mismos elementos en proporciones semejantes, ofrecen la notable circunstancia de que siendo la última soluble en la potasa, la sosa, el amoníaco, el alcohol y el éter, la lignina lo es en los cuatro primeros reactivos, la lignona en los tres primeros, la lignosa en los dos primeros y la celulosa insoluble en todos, por cuyo medio pueden fácilmente aislarse unas de otras: no sabemos si por ser variable la composición elemental de estas sustancias ó porque lo es la porción que de cada una de ellas entra á formar la *materia incrustante ó leñosa* de las distintas especies vegetales, la composición de esta última es muy variable, *aunque siempre mas rica en carbono (3) é hi-*

(1) Sachs.—Physiologie vegetale.—Traducida del alemán por Marc Michell.—Págs. 376 y 378.

(2) Payen.—Memoria referida.—Annales forestières—1868.—Pág. 356.

(3) Payen.—Memoria citada.—Págs. 356 y 358.

El estado siguiente indica, según el mismo, la composición elemental y la potencia calorífica de diferentes materias leñosas usuales comparativamente con la *celulosa*.

Madera analizada.	Carbono.	Hidrógeno.	Oxígeno.	Equivalente en carbon.
Santa-Lucía. . . . .	52'20	6'07	41'03	53'35
Pinabete. . . . .	51'70	6'28	41'93	54'70
Roble. . . . .	50'00	6'20	43'80	53'30
Haya. . . . .	49'25	6'40	44'65	51'40
Ajamo. . . . .	47'00	5'80	47'20	47'20
Celulosa.. . . .	44'44	6'16	49'40	44'44

Abstracción hecha de las cenizas, que en las maderas de siera duras y tiernas forman cerca de 0'5 á 1 por 100 del peso total y del azoe que no pasa casi de estas proporciones.

*drógeno*, es decir mas durable é imputrescible que la *celulosa*.

Esta constituye todos los tegidos vegetales en el principio de su formacion ; pero despues , á medida que nuevas capas se depositan en las cavidades de las fibras , mezclánse incrustaciones leñosas en proporciones sucesivamente mayores ; de manera que la celulosa y demás materias azoadas se encuentran tanto mas abundantes cuanto los tegidos leñosos son mas ligeros, es decir, de fibras mayores y membranas mas delgadas, así como tambien lo son en los organismos vegetales mas nuevos y dotados de mayor energía vital , ya se comparen distintas plantas , diferentes órganos de una misma ó partes de un solo órgano, como MM. Payen y Mirbel lo han comprobado con referencia á las diferentes capas de la albura y durámen de un tallo de roble de 25 años.

Compréndese en vista de lo expuesto porque las maderas llamadas blandas ó blancas, como el álamo, en menos tiempo que las duras y pesadas, como el roble ó la encina, se descomponen; porque lo hace antes la albura que el durámen ó leño perfecto y las maderas procedentes de árboles de pocos que de muchos años; porque, en general, los que se criaron en localidades muy húmedas y en espesura excesiva duran menos que los que en otras de diferentes condiciones, con tal empero que no contrariasen á su desarrollo normal, y pues que esto se explica fácilmente por la preponderancia que tiene en los primeros casos la *celulosa y sustancias azoadas* diluidas ó que pueden serlo en los *excesivamente abundantes liquidos acuosos* relativamente á los segundos y el *leñoso* en estos, no nos pararemos á hacer consideraciones comparativas entre unos y otros productos y sí solo indicaremos algunos de los medios propuestos para conservar y aumentar en las maderas la duracion propia de la especie y desarrollo de los árboles, de que proceden.

No es para aquellas indiferente por lo tanto la época del año en que los árboles se cortan, porque no siendo constante y uniforme su vegetacion, como dejamos referido (pág. 196), dis-

tintos en cantidad y calidad han de ser y son los líquidos, que encierran sus tejidos y consiguientemente las propiedades de las maderas resultantes, como la experiencia lo acreditó desde la mas remota antigüedad, dando origen á una cuestion muy debatida, pero no resuelta hasta ahora de una manera completa, es á saber, si conviene mas cortar los árboles en el período de su vegetacion activa que en el de la pasiva; si en las faces crecientes, que en las decrecientes de la luna y finalmente si á las horas del flujo, que á las del reflujo, que origina su accion en los líquidos terrestres.

El desarrollo de esta interesante cuestion le aplazamos para ocasion mas oportuna, que digna la creemos como otras muchas, que ahora solo indicamos, de mas tiempo y mas espacio del que al presente podemos dedicarlas; ahora nos concretaremos á hacer constar que:

1.º Se admite generalmente como preferible para la corta de las especies frondosas la época de la vegetacion pasiva, y la de la activa para la de las coníferas, como se acordó provisionalmente en el congreso forestal celebrado en Baden en el mes de Mayo de 1841, segun la reseña hecha por el ilustre y malogrado M. Parade (1) si bien autores muy competentes (2) creen insuficientes las experiencias practicadas en corroboracion de estas reglas, que sin duda alguna no son igualmente aplicables á todos los climas.

2.º Si bien la mayoria de los dasónomos, en vista de los especiales experimentos del ilustre Duhamel, rechazan como preocupacion rutinaria la necesidad de atenerse al hacer la corta de los árboles á las fases de la luna, los prácticos persisten con una insistencia y universalidad *dignas de tenerse en cuenta* en la influencia importante del satélite de la tierra y dos muy entendidos y estimados, MM. Croix y Clérin, dicen

---

(1) *Annales forestières.*—1842.—Págs. 30 à 33.

(2) *Nanquette.*—*Exploitation débit, etc., etc.*, pág. 4.  
Garraud.—*Obra antes citada.*—Págs. 30 y siguientes.

sobre este particular: «*Se puede, en rigor, empezar la corta tres dias antes del plenilunio y pasar tres dias el novilunio, pero siempre debe hacerse en tiempo seco y en general es mejor no cortar sino en el menguante de la luna* (1).

3.º En análogo caso se encuentra la influencia de esta, según la hora del dia, es decir lo que D. José Musso y Fonts llama *flujo y reflujó de los vegetales*, pues mientras es por aquellos despreciada, con razones, que tal vez no sean del todo infundadas, demuestra la necesidad de cortar los árboles á las horas del *reflujo* en la época de la *vegetacion pasiva* para encontrarlos purgados de los líquidos fermentecibles.

Hasta que un estudio detenido y serio y numerosos experimentos apropiados no resuelvan las dudas y contradictorias opiniones indicadas, la prudencia aconseja, como en ella apoyándose lo hace M. Garraud (pág. 31), inclinarse á las buenas prácticas locales; pues si en hechos repetidos é indubitados se fundaron, es consiguiente que darán á conocer la época en que los tegidos contienen menos sustancias fermentecibles en la comarca; pero como no puede menos de ser mudable con las condiciones características de las especies y las circunstancias en que tuvo lugar la *vegetacion*, preciso será introducir en aquellas muchas veces las variantes consiguientes, si como reglas absolutas se presentan.

Sea cualquiera la época de la corta, siempre en los tegidos leñosos se encuentran, aunque no en la misma cantidad y calidad, sustancias fermentecibles que de continuar en ellos, especialmente en el agua diluidas, les harían cambiar sus condiciones dando lugar á la alteracion química y física de sus componentes y al desarrollo de animales y plantas, á que sirven de alimento y de ocasion para que al procurárselo con sus galerias destruyan el organismo vegetal, y de aquí la necesidad de eliminar aquellas particularmente cuando diluidas se

---

(1) Garraud.—Obra citada.—Pág. 40.

encuentran en abundantes líquidos ; pero como de hacerlo por una rápida evaporacion resultan graves perjuicios, para evitar unos y otros se han propuesto muy distintos procedimientos.

*El doctor Raimz, de Tarand, opina que á los árboles cortados se les dejen sus ramas y follaje, á fin de que atraigan hácia sí la sávia que haya quedado en el tallo.*

Cuando esto sea posible sin ocasionar grandes gastos para la subsiguiente estraccion de los productos, perjuicios notables al vuelo restante en los rodales ó no sea de temer el rápido desarrollo de los insectos en la corteza, como acontece con frecuencia en los países meridionales, encontramos muy justa y conveniente la propuesta ; pues que escitadas por la temperatura y por la luz en la primavera las yemas de la copa, las hojas, si subsisten, y aun los parénquimas herbáceos de las ramas desarrollan una gran fuerza de atraccion de los líquidos en los tegidos depositados durante el invierno por la fuerza radicular y la capilar del sistema leñoso ; ascienden aquellos cargados de los principios azoados que allí encuentran esparcidos y á sus expensas se desarrollan mas ó menos completamente las hojas evaporando gran parte del agua ; si esta y aquellas materias fueren muy abundantes podrá producirse alguna savia descendente, sino nó, y las hojas nuevas que funcionan entonces con mucha energía, en breve agotarán los líquidos antes en el tallo contenidos marchitándose despues de haber producido dos efectos muy convenientes para la conservacion de la madera ; notable disminucion de los líquidos y de las sustancias fermentecibles que en el tallo se encontraban, los primeros por evaporacion fisiológica que es la menos perniciosa y los segundos convirtiéndolos en la celulosa de los nuevos tegidos, que inmediatamente despues desaparecen al hacer del tallo las maderas.

Análogos efectos, aunque, como es de suponer, no tan notables, se obtienen dejando los tallos ó trozos cubiertos con la corteza ; la experiencia mas repetida de este procedimiento dice que las maderas resultantes se agrietan menos y duran

mas que las inmediatamente labradas despues del apeo , reuniendo todas las buenas condiciones , que segun los árboles de que proceden pudieran desearse (1).

En una memoria presentada á la Academia de ciencias, el ilustre Buffon encontrando aceptable la opinion emitida por Vitruvio propuso descortezar los árboles en pié, porque en su concepto la albura de esta suerte adquiere las condiciones mejoradas del duramen; así parece á primera vista aunque no lo justifica el razonamiento y conforme con éste la experiencia ha acreditado que la transformacion es solo aparente y que las maderas pierden su elasticidad, habiéndose por lo mismo desechado este preconizado procedimiento, como tambien lo ha sido el propuesto por M. Boullay, que consistia en quitar un anillo de corteza al pié del árbol y dar un barreno que llegaba hasta el corazon , á fin de favorecer la pérdida de la savia por un medio poco dispendioso.

Cuando inmediatamente despues del apeo de los árboles por las razones indicadas ha de procederse al descortezamiento y media labra en los paises cálidos, se corre el riesgo de verlos agrietar fuertemente si no se cuida de ponerlos al abrigo del sol y de los vientos secos, lo que en el monte se consigue en parte cubriéndolos con los despojos de la corta y en los lugares de consumo apilándolos bajo cobertizos ó en almacenes ventilados, que tambien se utilizan para completar la desecacion de las maderas y conservarlas hasta su destino, cuidando siempre de cruzarlas de manera que queden huecos bastantes para la circulacion del aire; pero con los primeros se expone en los climas cálidos á verlas agrietarse fuertemente con la rápida evaporacion producida por los vientos fuertes y secos y con los grandes calores y en los segundos á que un *aire estan-*

---

(1) Garaud.—Obra citada.—Pág. 35.

El ilustre M. Duhamel aconseja en vista del resultado de sus experiencias que se dejen sin descortezar el mayor tiempo posible las grandes piezas y las de pequeñas dimensiones se labren desde luego.

*cado, cálido y húmedo* dé ocasion á la descomposicion de la madera ó al desarrollo de los insectos, y en unos y otros cuando el depósito ha de ser por mucho tiempo, se corre tambien el riesgo de obtener una desecacion excesiva perjudicial muy especialmente á las aplicables á la mastelería, que pierden por evaporacion las resinas, que tanto necesitan; así es que en los arsenales marítimos se procura evitar estos perjuicios por la inmersion en el agua, en la vasa y conservando las piezas enterradas.

La inmersion de las maderas en el agua dulce no puede durar mas de tres á nueve meses, porque si disuelve las materias azoadas tambien en parte lo hace con las carbonosas y siempre macera de una manera inconveniente los tegidos.

La experiencia acredita que la que se hace en el agua marina prepara la madera para una conservacion mas durable y anula ó por lo menos detiene los efectos de la *caries seca*; pero en cambio la expone á la voracidad del *tareto naval*, cuyas galerias destruyen las piezas mas estimadas.

Unos y otros perjuicios se evitan haciendo los depósitos en vasa de aguas salobres, que se graduan con el pesa sal, y por esta razon se utilizan á este efecto las playas que reunan buenas condiciones naturales ó se colocan en grandes estanques con las divisiones necesarias para tener separadas las piezas de distintas señales y dimensiones al objeto de facilitar en lo posible su extraccion oportunamente.

Enterradas cerca del mar tambien se conservan frescas y de buenas condiciones las maderas durante muchos años.

Las que así han sido conservadas no pueden utilizarse sin previa desecacion y esta se obtiene ya paulatinamente en cobertizos y almacenes, ya rápidamente en estufas y arena caldada y algunas veces en vasos cerrados completándose despues con la carbonizacion ordinaria ó mejor aun con ausilio del gas de alumbrado, como lo propuso el ilustrado M. de Laparent, lo que tiene la ventaja de hacer imputrescible la superficie de las piezas sin alterar sus condiciones, como el em-

pleo de la pintura al óleo, el alquitran y la brea tienen la de evitar la influencia del aire y la humedad exterior en las sustancias fermentecibles de la madera; pero conviene no olvidar que si se conserva interiormente la humedad estos medios son muy perniciosos, porque impidiendo la evaporacion dejan los tegidos expuestos á la accion combinada del calor, la humedad y el aire estancado, que produce en poco tiempo la putrefaccion.

Los medios hasta ahora indicados y otros muchos análogos, de que harémos caso omiso para no hacer este libro interminable, son simplemente de *conservacion*; pues si bien por ellos se tiende á combatir las causas inmediatas de la destruccion de las maderas no se consigue aumentar notablemente su duracion, ni dispensa de aplicar á la generalidad de los usos mas importantes las de roble y otras que mas cada dia escasean de una manera sensible á la par que el consumo aumenta siendo causa de que lo hiciera el precio en una escala inconveniente; como á esta necesidad no podia atenderse aumentando la oferta y sí solo ensanchando los límites del mercado de otras especies menos estimadas como el haya, álamo, carpe, abedul, aliso, pinabete etc., para dejar el de aquellas reducido á usos especiales, de aquí el afan con que se ha procurado dar á las segundas las condiciones necesarias á tal objeto y á todas mayor duracion, como despues de numerosas tentativas se ha conseguido por los procedimientos perfeccionados del doctor Boucherie y Legé-Fleury-Pironnet, á que concretarémos por ahora nuestras indicaciones dejando para ocasion mas oportuna la descripcion de los que les sirvieron de fundamento y la de otros ya relegados al olvido ó de aplicacion muy reducida.

Estos dos procedimientos tienen por objeto reemplazar las sustancias fermentecibles por el *sulfato de cobre*, que la experiencia ha acreditado ser el mejor de los antisépticos.

En el primero se obtiene por la presion al aire libre de una columna de disolucion cúbrica de 10 metros de altura, que

puesta en comunicacion con los canales saviosos de los troncos recién cortados y sin descortezar expulsa la savia ocupando su lugar.

El aparato con que esto se consigue es sencillísimo y consiste: en una cubeta colocada á la altura referida conteniendo agua saturada del sulfato, que se eleva por medio de una bomba de otra colocada en el suelo bajo ella; de la primera baja la disolucion por un conducto de plomo hasta el lugar, donde se encuentran los troncos que se desean preparar; estos se hallan sobre canales de madera convenientemente inclinados, para que los líquidos sobrantes corriendo por ellos y uno trasversal próximo á la cubeta inferior á ella se reunan despues de saturarse del sulfato de cobre contenido en un cesto colocado al extremo del canal colector y de filtrarse en la grava y paja á este objeto allí dispuesta: los troncos son ordinariamente de doble ó igual longitud, de la que deben tener en su aplicacion. Para poner en los primeros en comunicacion la disolucion con los canales saviosos se aserran en su medio dejando sin hacerlo 5 á 6 centímetros; se levanta el tronco un poco por aquella parte para separar las dos caras y se cubre herméticamente al rededor por medio de una cuerda embreada haciendo penetrar en el espacio vacío resultante la disolucion por un agujero oblicuo, en que se introduce un tubo de caoutchuc provisto de su llave y adaptado á los orificios, que presenta el tubo de plomo referido: en los segundos se obtiene el vacío indicado por medio de platillos de fuerte madera de roble, que se aplican al extremo grueso de la pieza por medio de tornillos ó clavos y los tubos de caoutchuc se introducen por agujeros de que aquellos están provistos.

Así dispuesto todo se abre la llave de los tubos de caoutchouc y el líquido impulsado por una fuerte presión corre por los canales saviosos con tanta velocidad que al cabo de dos ó tres minutos sale por los extremos del tronco mezclado con la savia, que por los canales referidos vá á depositarse á la cubeta inferior.—La operacion dura 24 horas.

Utilizando la bomba mercurial en los términos propuestos por M. de Montrichard (1) se puede simplificar los aparatos obteniendo economía en los gastos y facilitando la propagacion del procedimiento hasta en las cortas de menos importancia; pues que no asciende el establecimiento de aquellos á mas de 2.000 fr.; no obstante esto, su aplicacion ha de verse siempre limitada á determinados usos por la necesidad de operar sobre troncos con corteza, recién cortados y perfectamente limpios de ramas ó sus consiguientes cicatrices, pues si bien este inconveniente puede evitarse cubriéndolas con discos fuertemente adheridos y el primero labrándose las maderas despues de preparadas, ofrece esto no pocas dificultades y gastos.

Óbvíanse estos por el procedimiento de Legé-Fleury-Pironnet, que en vano intentaríamos describir sin el ausilio de figuras; nos concretarémós por lo mismo á decir que se compone en conjunto de :

1.º Dos grandes cilindros de cobre rojo, destinados á recibir alternativamente las maderas que se desean inyectar, terminados por uno de sus extremos con un casquete móvil.

2.º Los utensilios anejos indispensables, tales como bálvulas de seguridad, manómetro indicador de las presiones superiores á la atmósfera y del vacío relativo, nivel de agua, tubos y llaves de comunicacion para los líquidos y los gases.

3.º Diez carretones para introducir en los cilindros, cuyos tableros son de madera y las armaduras y ruedas de bronce, además de cinco ó seis trucks, que ruedan sobre rails, fijados al suelo y sirven para trasladar aquellos.

4.º Dos bombas de doble efecto, bombas de aire y de inyeccion, condensador para el vacío, transmisidores de movimientos etc.

5.º Locomovil y su generador de fuerza de 12 caballos.

6.º En fin cubas de madera forradas de cobre, serpen-tin, etc.

---

(1) *Revue des eaux et forêts*—1868.—Págs. 332 y siguientes.

M. Vèsignière evalúa en 60.000 fr. los gastos de establecimiento sobre la base de un cilindro de 12 metros de largo por 1'60 metros de diámetro.

La operacion se practica del modo siguiente, segun Payen (1); por medio de los trucks y rails fijos y otros móviles se introducen en el cilindro dos carretones cargados de las piezas labradas ó en bruto que se quiera inyectar cerrándose fuertemente el cilindro por el extremo móvil.

Poniendo en comunicacion la caldera de la locomovil con el interior de aquél, se establece una corriente de vapor durante 15 á 60 minutos, segun las dimensiones y especie de las maderas, consiguiendo así elevar su temperatura de 65° á 70°, espeler los gases y sustancias solubles y coagularse los albuminoides dando por resultado dejar las maderas en buenas condiciones de esponjosidad y permeabilidad: el vapor con los gases y sustancias arrastradas se dirige por un conducto especial al serpentín, en donde al propio tiempo que se condensa calienta la disolucion cúbica marchando despues al depósito del agua ó al de aquella.

Obtenidos estos resultados se produce el enfriamiento y el vacío durante 15 á 18 minutos y hasta 25 para las especies menos permeables; poniendo despues el cilindro en comunicacion con la disolucion cúbica, que tiene 2 por 100 de sulfato y se halla á la temperatura de 70° por la presion atmosférica en él se precipita llenando cerca de los  $\frac{9}{10}$ ; complétase despues por medio de una bomba hasta que resulte la presion de 12 atmósferas en el cilindro, que se mantiene durante media hora al menos, con lo que se reducirán considerablemente los gases restantes ocupando la disolucion el lugar de las materias espelidas; pasado este tiempo abriendo la llave correspondiente se hace volver la disolucion en el cilindro contenida á su depósito y no falta mas que abrir aquél y sacar las made-

(1) En la memoria del mismo que se publicó en los Annales forestières de 1861—págs. 333 y siguientes puede verse la descripcion detallada de este procedimiento con el auxilio de los dibujos necesarios

ras, lo que se consigue con suma facilidad, para repetir desde luego la misma operacion con otras.

En 12 horas de trabajo se pueden así preparar 1.024 traviesas ó 100 metros cúbicos de otras maderas.

La cantidad de solucion cúbica que penetra en los tegidos leñosos varia con las condiciones de las especies y las del desarrollo de los árboles; pero siendo inversamente proporcional á la necesidad, pues que mas se inyectan los tegidos flojos y esponjosos, los que contienen sustancias mas solubles en el agua y fermentecibles, que los que tienen obstruidos los conductos con la materia incrustante, como se vé en el roble, cuya albura solo recibe el beneficio de la inyeccion y no el duramen que no lo necesita, resulta conseguido el objeto propuesto.

Teniendo la disolucion 2 por 100 de sulfato de cobre hay seguridad de introducir en los tegidos la cantidad necesaria para su conservacion, que por término medio se calcula de 5'5 á 6 kilogramos por metro cúbico, habiendo encontrado en sus experiencias M. de Hennezel, ingeniero de minas y M. Vèlillard químico industrial los resultados siguientes, que comprueban lo anteriormente dicho.

Naturaleza y estado de las maderas.	Peso primitivo del met. <sup>o</sup> cúb. <sup>o</sup>	Líquido absorbido por 1 met. <sup>o</sup> cúb. <sup>o</sup>	Sulfato fijado.
	<i>Kilógrs.</i>	<i>Kilógrs.</i>	<i>Kilógrs.</i>
<b>Haya.</b> —Prismas, piezas escuadradas, traviesas escuadradas y semiredondas, maderos medianos.)	747	— 430	8'6
<b>Pino marítimo.</b> —Traviesas semiredondas, madera sana, 6 meses despues de cortada. . . . .)	589	461	9'2
<b>Carpe.</b> —Madero escuadrado, corazon de la madera despues de 8 á 10 años de corta y 5 de aserrada.)	737	610	12'2
<b>Alamo.</b> —Traviesas semiredondas, madera sana despues de seis meses de cortada. . . . .)	589	690	12'4

En las 7 piezas experimentadas las cantidades absorbidas han sido tanto mayores cuanto era mas considerable el tiempo trascurrido despues de su apeo; han variado de 320 á 568 kilogramos por metro cúbico para piezas de 4 meses á 5 años despues de cortadas.

Por el procedimiento ordinario del doctor Boucherie cuesta la preparacion del metro cúbico 15 francos y, segun M. de Montrichard, utilizando la bomba mercurial no ascenderia á 7 fr.; por el sistema de Legé-Fleury-Pironnet se eleva, segun ellos, á 6'20 fr. y segun los cálculos de M. Vésignié á 9 fr. el metro cúbico.

Las maderas así preparadas no deben emplearse sin prévia dēsecacion, no solo para evitar los efectos de la excesivamente rápida, cuando se exponen á la accion directa del sol y de los vientos secos, sino los perniciosos de la presion de los trenes y el contacto del hierro, cuando se destinan á traviesas, pues dá lugar á sulfato de hierro que precipita su descomposicion.

Tampoco deben utilizarse, segun M. M. Boucherie, como traviesas en los terrenos calizos, ni en los túneles.

Con estos sistemas de preparacion no se cambian las condiciones generales de resistencia y elasticidad propias de la especie, sino su duracion y colores mediante el empleo de sustancias apropiadas.

No obstante estas observaciones, los indicados procedimientos han dado origen á una industria importantísima, satisfaciendo una apremiante necesidad, por cuanto sin ellos especies, que hoy en grande escala se emplean como traviesas, tutores, pilotines, palos de telégrafos y otros usos, reemplazando al roble y otras pocas ya muy escasas, no hubieran salido de los estrechos límites de su anterior consumo, ni se hubieran realizado las economías cuantiosas que resultan de esta sustitucion y de la doble, triple y hasta quintuple duracion, que se ha conseguido por este medio, como es fácil comprender teniendo en cuenta el consumo de los productos maderables y la importancia suma de su valor, que hubiera crecido en mayor escala sin tan plausibles y patentes resultados.

### III.

Si cuando Colbert pronunció su célebre cuanto sabida sentencia « *la France périra faute des bois* » hubieranle dicho: *no se cumplirá tan triste vaticinio, porque las entrañas de la tierra guardan hierro y hulla bastante para satisfacer cumplidamente y con ventaja las necesidades á que hasta ahora se ha atendido con la madera y el combustible vegetal y otras infinitas de la misma naturaleza á que dará origen el progreso de la industria*, no habría sido poca su sorpresa, ni poco ceñuda su penetrante mirada al que tal observacion le hiciera; pero si este, anticipado economista ultra liberal de la segunda mitad del siglo XIX, poniéndole en la mano su *incompleto catalejo* le replicara; mirad el porvenir y conveceos á la vista de esos grandiosos edificios, de esas naves portentosas, de esas cintas inconmensurables por donde corren con vertiginosa celeridad los productos de la agricultura y de la industria, *pues todo es hierro*; contemplad esas empinadas chimeneas, esas *infinitas* estufas y cocinas económicas, esos altos hornos, pues el combustible que los alimenta como el que sirve para arrastrar aquellos trenes y aquellos buques y el que se quema en todos los hogares *no es leña sino hulla* y esta se encuentra en inagotables cantidades en las entrañas de la tierra como podeis observar reparando en el espesor de sus potentes capas en nuestras extensas hulleras y este combustible á igual peso dá doble calor que la mejor leña, y á igual volumen cuatro veces mas; si tal hubiera sucedido, repetimos, y si el célebre ministro de Luis XIV hubiera aplicado su mirada al ocular sin reparar en las condiciones del instrumento, que se le presentaba, habríase indudablemente arrepentido de haber pronunciado tan tristes vaticinios y ensanchada su alma grande con la esperanza no se hubiera apresurado á remediar con sus famosas ordenanzas el mal que presagiaba, ni dejado á la Francia la rica herencia, de que tanto al presente se aprovecha.

¡Pluguiera al cielo que tan risueñas ilusiones fueran realidades; que la humanidad no se viera emplazada para un próximo porvenir con el cumplimiento de tan tristes vaticinios y pluguérale así mismo poner de manifiesto á los pueblos la verdadera situacion que les aguarda, inclinándoles á tomar con tiempo las medidas necesarias sino para evitar su decadencia y postracion, que esto, en el órden natural, es imposible, si al menos para que no caigan en un abismo de miserias y desdichas, á que los conducirá en breve el egoismo insaciable hoy preponderante y en extremo halagado por ilusos economistas....!

Ya dejamos indicado como los hechos justifican sus preocupaciones en cuanto á la sustitucion de la madera por el hierro se refiere; veamos si están mas acertados en la que suponen ventajosa y perpétua por la hulla del combustible vegetal; si es ó nó este por lo tanto necesario y consiguientemente en tal concepto los montes que le producen y finalmente si el porvenir de la humanidad tan riente aparece á la fria razon como á su loca fantasía; que si es para nuestra alma doloroso desvanecer ilusiones y presagiar desdichas, no nos permite la conciencia poner un himno donde debe haber una elegía, ni ocultar la llaga, que para ser curada debe primero ser bien conocida.

Pero antes de entrar en el fondo de la cuestion será oportuno consignar algunas noticias que conviene vulgarizar y otras necesarias á su mas fácil inteligencia, en que luego podamos apoyar los razonamientos, que creamos precisos para el esclarecimiento de la verdad.

El *combustible vegetal*, aunque siempre procedente de la materia leñosa por las plantas producida, se presenta en el mercado y se consume en su estado natural de *leña* ó en el de *carbon*, á que la reduce una incompleta combustion.

El *poder calorífico* de aquella varía no solo con las especies sino para una misma con los órganos de que procede y con la edad; depende de la relacion entre las materias celulósicas é incrustantes y de la facilidad con que en la combustion el aire

atraviesa sus tegidos; está en razon directa del carbono é hidrógeno libres y en la inversa del agua ó sus componentes en aquellos comprendidos; porque estos no solo son inútiles para la combustion, sino que absorben para evaporarse parte del calor disminuyendo el que sin ellos de aquella irradiaría; de aquí el perjuicio de quemar las leñas verdes ó mojadas, la diferente calidad de las que se presentan al mercadò y así mismo que sea á estas aplicable en parte lo que hemos dicho sobre calidad y conservacion de las maderas: no pudiendo entretenernos en consignar otros pormenores acerca de las leñas, solo dirémos que, *si á volúmenes iguales siempre tienen mayor potencia calorífica las que mas pesan*, cuando se encuentran en el mismo grado de sequedad, *no sucede lo propio muchas veces relativamente á la unidad de peso*, ya porque en ella entre igual ó mayor cantidad de carbono, ya mas bien porque en las ligeras abunde mas el hidrógeno libre.

Una cosa análoga sucede á los carbones, si bien á peso igual producen la misma cantidad de calor, por cuanto en su confeccion quedan solo el carbono y las cenizas desapareciendo las demás sustancias.

No debe olvidarse que la igualdad de calor no es en la unidad de tiempo y que, como son mas porosos los de menor peso específico, es consiguiente que permitiendo al aire circular mas libremente por sus tegidos ha de ser en ellos mas activa la combustion y de aquí que en menos tiempo se consuman y consiguientemente que produzcan *mayores temperaturas* que los pesados, como así tambien sucede con las leñas ligeras.

Desapareciendo por la carbonizacion los materiales menos carbonosos, los inútiles y perjudiciales al desarrollo del calor, es natural que para la unidad de materia útil se disminuya el peso y volúmen de la leña, en que estaba contenida, y consiguientemente los gastos de transporte; pero esto no se consigue sin notables sacrificios, como vamos á indicar.

Hemos visto (pág. 617 nota (1)) el equivalente en carbon para diferentes maderas segun Payen y es indudable que si

estas cantidades se obtuvieran por los procedimientos industriales, reduciendo á la mitad el peso de la leña con gran disminucion en los gastos de transporte aprovecharíamos toda su potencia calorífica; pero no sucede así.

Por el sistema ordinario en los montes practicado se obtiene generalmente de carbon el 15 por 100 en peso reduciéndose al 12 con los desperdicios en las carboneras y la conduccion; comparando estas cifras con las que figuran en la casilla 5.<sup>a</sup> del estado inserto en la nota referida resulta una pérdida de 35 por 100 en peso del equivalente en carbon en ella contenido ó sea mas del duplo del que se aprovecha.

Esto ha inducido á practicar la carbonizacion en vasos cerrados, no solo para obtener mayor proporcion de carbon, sino tambien otros productos industriales útiles en la leña contenidos.

M. Gillot en una memoria presentada á la Academia de ciencias dice sobre este particular lo siguiente (1):

«Por el procedimiento de carbonizacion lenta con gas en vaso cerrado y en la fábrica misma, en que el carbon deba consumirse, se obtiene una proporcion de carbon de 26 á 27 por 100 del peso de la leña, sin cisco ni desperdicios y de una calidad constante y superior á otro cualquiera.

«Se recoge el resto de carbon en aquella contenido, deducion hecha de la parte consumida en la operacion, en forma de productos accesorios, tales como el ácido acético, mihilena, aceites y alquitranes, cuyo valor pasa con exceso, gastos deducidos, el de todo el carbon obtenido; de donde resulta que además del carbon queda todavía un importante beneficio, aun que se dé al ácido acético, que es el principal de estos productos, un valor inferior al término medio que ha alcanzado en los diez últimos años.

» Las experiencias que han conducido á estos resultados permiten fijar los principios generales de la carbonizacion, cualquiera que sea el procedimiento empleado y han establecido entre otros hechos nuevos:

(1) *Revue des eaux et forêts*, 1868.—Pág. 97.

»1.º Que la lentitud de la operacion es la sola condicion necesaria de una buena carbonizacion en el monte como en vaso cerrado y que en éste se consigue completamente en 72 horas.

»2.º Que la descomposicion de la leña empieza al menos á los 100° y por lo mismo los análisis de la secada á 150° no dan su verdadera composicion.

»3.º Que las reacciones que tienen lugar durante la carbonizacion entre los cuerpos compuestos, que constituyen la leña, hacen desprender, con los hidro-carbuos, el ácido carbónico y otros gases que son su resultado, una cantidad de calor que crece con la temperatura del horno y con las cantidades de materias descompuestas, de manera que este calor, un poco antes de la temperatura de 300° del horno, determina en los conductos superiores (*cornue*) un exceso sobre la de aquél, exceso que debe persistir hasta el fin de la operacion, para que pueda terminarse.

»4.º Que el crecimiento gradual de esta temperatura interior de los conductos es el único regulador de la marcha de la operacion y que su progresion demasiado rápida determina la formación de un exceso de alquitran y de gas, una disminucion correspondiente de los productos accesorios útiles, así como de carbon, que tambien resulta de inferior calidad por la ruptura de sus fibras y la esponjosidad en su estructura, que es uno de los efectos de esta destilacion demasiado acelerada.

»5.º Que la riqueza en ácido acético de los líquidos de la condensacion sigue una marcha creciente hasta 218°, en que alcanza 48 por 100, para decrecer enseguida hasta cero, punto que precede pocos instantes al fin de la operacion.

»6.º Que esta circunstancia permite aislar los líquidos ricos de los líquidos pobres y disminuir así notablemente los gastos de rectificacion.

»7.º Que la cantidad de ácido acético monohidratado, ó digase *crystalizable*, que se puede obtener por una buena carbonizacion, está comprendida entre 7 y 8 por 100 del peso de la leña, pero que es probable que esta le contenga en mayor

proporcion, què se halle allí mas retenido á medida que avanza la carbonizacion por influencias crecientes de masa y se descomponga á las temperaturas, en que se separa de los cuerpos á que está combinado en la materia leñosa.

»8.º En fin, que el volumen de carbon es  $\frac{2}{3}$  del de la leña, que le ha producido.»

Aunque es indudable que estos resultados no son de general aplicacion á toda clase de leñas, ponen de manifiesto las ventajas que este procedimiento tiene sobre el ordinariamente empleado en los montes; pero como, cuando al pié de ellos no se encuentran las fábricas de consumo, se aumentan considerablemente los gastos de trasporte con el de la leña, que se ha de utilizar, en muchos casos serán aquellas nulas cuando no negativas.

Tampoco serían muy notables si se confirmaran los resultados que M. Woetfell, inspector de los montes de la compañía de las forjas de Audincourt, dice haber obtenido por el sistema ordinario utilizado con precaucion y cuidado; pues que el carbon ascendía en peso á 23'06 por 100 y en volúmen á 41'92 por 100 de la leña (1); pero es lo cierto que comunmente en el monte no se consiguen tan buenos resultados.

En concepto de M. Serval mejores y mas seguros pueden obtenerse con el horno portátil de plancha de hierro de M. Moreau, pues dice (2) que se obtiene por su medio de carbon el 43 por 100 en volúmen de la leña con mas facilidad y en menos tiempo, que en las carboneras generalmente empleadas, siendo de tan fácil trasporte que dos hombres le pueden trasladar de un punto á otro.

Finalmente M. Dromart, ingeniero civil en Solferino (Landas) ha inventado un procedimiento de carbonizacion en vaso cerrado aplicable á los productos leñosos de pequeñas dimensiones, como leñas muertas y menudas, tallos, raices, ramillas y hojas; de manera que dando por la aglomeracion valor co-

(1) *Revue des eaux et forêts*—1868.—Págs. 142.

(2) *Révue des eaux et forêts*.—1867.—Pág. 95.

mercial á las partículas carbonosas resultantes permite la limpia de brozas en los montes no solo sin gastos, sino que muchas veces tambien consiguiendo ingresos no despreciables.

«El aparato de que hace uso, dice M. de Venel (1), se compone de un horno en forma de cúpula, con barras de hierro unidas por paredes de plancha. Su capacidad, comprendiendo la base de ladrillos sobre que descansa, es de 70 metros cúbicos.

»La cocion dura 24 horas y el rendimiento obtenido se eleva á cerca de 30 por 100 en peso.

»Verificándose la aglomeracion de los fragmentos de carbon con la materia empireumática procedente de la destilacion de las leñas, tuvo M. Dromart la ingeniosa idea de adaptar á su aparato de carbonizacion un condensador formado de cinco tubos de plancha, que tienen 15 metros de longitud y presentan una superficie de cerca de 40 metros cuadrados.

»A fin de aumentar el enfriamiento así como la proporcion de los productos recogidos en el condensador, recomienda el inventor cubrir los tubos con una capa de musgo, que se mantiene mojada por riegos repetidos. En los sitios en que faltase el agua para ello, puédesse suplir aumentando la superficie refrigerante, que debería elevarse á 54 metros cuadrados. Basta entonces tener agua en cantidad suficiente para apagar el carbon, que se saca del horno despues de cada cocion, desde que cesa en el refrigerante la salida de los líquidos.

»Con un aparato así constituido la cantidad de alquitran producida por la carbonizacion de los tallos y raices de brezo basta para aglomerar todo el carbon obtenido. Se recoge además, por la condensacion, ácido acético, producto buscado en la industria para la fabricacion de los acetatos de cal y sosa.

»M. Dromart aplica su procedimiento desde hace muchos años y los resultados obtenidos se traducen en cifras concluyentes. Cada aparato, que montado cuesta 4.200 fr., consume anualmente las leñas muertas y menudas de 25 hectáreas; el

---

(1) *Revue des eaux et forêts.*—1870.—Pág. 128.

gasto de la operacion, comprendiendo la amortizacion del precio de compra del horno y todos los de limpia, de fabricacion y transporte de productos, se eleva á 8.195'25 fr.; los ingresos por la venta del carbon y de los productos piroleñosos son de 11.985 fr., de donde resulta que el excedente de estos sobre aquellos es de 3.699'75 fr.»

Dedúcese de todo esto que si reduciendo las leñas á carbon se disminuyen los gastos de trasporte ensanchando los límites del mercado de los productos, no se obtiene esta ventaja sin grandes perjuicios muy especialmente con el sistema de carbonizacion ordinario y que aplicando los perfeccionados púedese sin tantos conseguir aquella, aumentando considerablemente la renta de los montes, aunque se disminuya el precio de los productos en el mercado para mejor sostener la competencia con sus similares.

Fácilmente se comprende tambien que si unas veces habrá ventaja en consumir el combustible vegetal en leña, otras será necesario reducirlo á carbon. Para que en cada caso pueda resolverse lo mas conveniente y para hacer el paralelo entre ellos y de cada uno con el combustible mineral, preciso es conocer su peso y volúmen por unidad y la potencia calorífica que á cada uno corresponde.

No podemos consignar tales condiciones para todos los combustibles por ser extremadamente variables, pero bastará para nuestro objeto hacer constar los resultados de las experiencias practicadas en Prusia desde 1847 á 1850 por el doctor P. G. Brix bajo la direccion de una comision especial, de que formaba parte el célebre Karsten, ya que de ellos deducirémos los datos precisos para apoyar las consideraciones necesarias.

Los resultados obtenidos son los que se expresan en el estado siguiente, en que hemos incluido la potencia calorífica de los combustibles con relacion á la leña de roble calculada por M. Cornebois, que de aquellos y las experiencias indicadas dió noticia en la *Revue des eaux et forêts*—1863 (pág. 105 y siguientes).

(1)	NOMBRES DE LOS COMBUSTIBLES.	Edad de las leñas empleadas.	(4)	Tanto por 100 en peso de cenizas contenidas en cada clase de combustible		(7)	utilizada ó unidades de peso de agua á 0° convertidas en vapor por la misma unidad de peso de combustible		de los diferentes combustibles con relacion á la del roble en		(12)
				(5)	(6)		(8)	(9)	(10)	(11)	
1	Roble (Q. pedunculata).	150 años.	18'7	1'13	1'39	437	3'54	4'60	1'000	1'000	1'547
2	Pino silvestre.	200 á 300	16'1	1'92	2'29	371	4'13	5'11	1'167	0'990	1'532
3		45 á 50	19'3	1'73	2'15	350	3'62	4'77	1'022	0'819	1'267
4		45 á 50	15'6	1'46	1'55	350	3'66	4'55	1'042	0'834	1'291
5		Aliso.	35 á 45	14'7	0'95	1'11	327	3'84	4'67	1'085	0'812
6	Abedul.	35 á 40	12'3	1'00	1'14	389	3'72	4'39	1'051	0'935	1'447
7	Haya roja.	150	22'2	1'43	1'84	434	3'39	4'63	0'958	0'951	1'471
8		80	14'3	1'39	1'62	434	3'49	4'25	0'986	0'979	1'515
9	Carpe.	100	12'5	2'17	2'48	434	3'62	4'28	1'022	1'015	1'571
10	Explotacion de Linum-Flatow.	»	27'2	6'07	8'34	240	3'43	5'08	0'969	0'532	823

Turba.

11	Id. de Blüchfeld-Neulangen. . . . .	»	30'9	7'68	11'12	361'3'14	5'00	0'887	0'733	1.134
<b>Lignito.</b>										
12	De Bohemia. . . . .	»	28'7	10'67	14'96	630'3'87	5'84	1'093	1'376	2.438
13	De Rouen. . . . .	»	27'7	8'31	6'33	638	2'18	5'08	0'891	1.378
<b>Carbon artificial.</b>										
14	Carbon de leña de pino silvestre. . . . .	»	10'5	2'70	3'02	182	6'78	7'59	1'915	0'798
15	Id. de turba. . . . .	»	5'4	3'40	3'59	266	6'68	7'10	1'887	1'149
16	Cok de la hullera de Gerhard. . . . .	»	5'9	2'44	2'59	489	7'15	7'65	2'020	2'260
17	Id. de la id. de Fausta. . . . .	»	4'9	4'26	4'46	534	7'58	8'03	2'141	2'617
<b>Hulla inglesa.</b>										
18	De Hunwick. . . . .	»	0'3	3'57	3'58	832	7'65	7'68	2'161	4'114
19	De Hawthorn's-hartley. . . . .	»	1'7	5'45	5'54	832	7'47	7'63	2'110	4'017
<b>Hulla prusiana.</b>										
20	Mina de Glückhif. . . . .	»	1'8	4'13	4'21	785	7'29	7'45	2'059	3'699
21	Id. de Leopold. . . . .	»	4'1	5'10	5'32	755	6'10	6'39	1'723	2'977
22	Id. de James. . . . .	»	0'8	1'84	1'86	745	8'93	9'00	2'523	4'300

De los datos consignados en las casillas 10 y 11 del estado anterior se deduce comparando la leña de roble con la de pino silvestre, el carbon de esta especie y la hulla de Glückhif, (de potencia calorífica media entre las esperimentadas), prescindiendo de la forma y tiempo en que el calor se desarrolla en su respectiva combustion, circunstancia muy importante en sus aplicaciones:

1.° Que de la segunda se necesita menor peso, pero mayor volúmen, que de la primera para producir la misma cantidad de calor y como es mayor la diferencia en el segundo concepto que en el primero, esta condicion, entre otras, ha de perjudicar á la extension de su mercado, si bien por otra parte el recar-go en los gastos de trasporte puede estar compensado con el menor precio en pié de la leña de pino.

2.° Una cosa análoga se observa comparando la leña de roble con el carbon de aquella especie; pero como la diferencia en los pesos está á favor de este en la relacion de 1915 : 1000 y en contra la de los volúmenes solamente en la de 798 : 1000 resulta el carbon de pino en mejores condiciones para el trasporte que la leña de roble; no obstante la diferencia en los portes puede estar tambien mas que compensada por la de los precios en los lugares de produccion, no solo por los gastos de carbonizacion, sino porque empleándose en peso sobre 5 unidades de leña para una de carbon y  $2\frac{1}{2}$  en volúmen, es seguro que casi siempre saldrá mas costoso éste que aquella, si los portes no son muy caros.

3.° Que siendo de la hulla indicada necesario para producir la misma cantidad de calor que con la leña de roble menor peso y menor volúmen en las relaciones respectivamente de 1000 : 2059 y de 1000 : 3699 resulta aquella de trasporte mucho mas económico y consiguientemente mas extenso su mercado en tal concepto.

Comparando las condiciones de la leña y carbon de pino y la hulla referida con auxilio de los datos de las casillas 9 y 12 resulta así mismo que para obtener la misma cantidad de calor que con la unidad de medida de hulla se necesita :

En peso de leña 1'56 unidades y en volúmen. . . 4'51.

En peso de carbon 1 unidad y en volúmen. . . . 4'64.

De manera que siempre la hulla resulta de mejores condiciones para el transporte; lo propio le sucede al cok, según es fácil deducir de los datos en el estado precedente consignados, pero no á las turbas y lignitos, cuyo mercado por esta, entre otras razones, se limita á las comarcas productoras.

Veamos ahora si con estas y otras ventajas, la hulla, como se supone, ha reemplazado á la leña y el carbon haciéndolos inútiles ó si mas bien satisface necesidades nuevas á que aquellos no pueden atender: nada pudiera mejor resolver la cuestion que las preferencias del consumo, porque él atiende á las condiciones intrínsecas y económicas de los artículos; pero no pudiendo espresarle en todo su desarrollo por falta de datos, concretaremos nuestros razonamientos al relativo al de hogares y metalurgia del hierro, que por ser los principales en que se hacen sería competencia las dos clases de combustible pueden mejor servir para nuestro objeto.

A falta de datos mas completos deduciremos el resultado de la lucha en los primeros de los correspondientes al consumo de París, de que se ha hablado mucho por amigos y adversarios sin deducir las consecuencias posibles y necesarias al mayor esclarecimiento de la verdad.

Como ordinariamente la cuestion se enuncia «*competencia de la leña y de la hulla,*» si bien en los datos recogidos se consignan las cantidades de carbon vegetal consumido, no se ha tenido presente en las consecuencias deducidas ni la cantidad de aquellas que para hacer éste se necesita, ni la razon fundamental del decrecimiento de la primera y aumento progresivo del segundo en relacion con el número de habitantes; así es que el ilustrado M. Clavé en su muy recomendable obra tantas veces citada se concreta á breves é incompletas consideraciones inclinándose al parecer á admitir la sustitucion posible en los hogares sostenida por nuestros adversarios, entreteniéndose mas en la importancia del combustible vegetal en la me-

talurgia ferrera por las condiciones especiales de los productos con él elaborados.

Mas detenidamente estudió y expuso los fundamentos de la cuestion el ilustre M. Becquerel en los capítulos VI y VII de la memoria, que en 1865 presentó á la Academia de ciencias; pero tal vez no sacó de los muchos datos allí reunidos todo el fruto que pudiera para resolver las dudas, en el concepto al menos de la importancia que antes y despues del empleo de la hulla corresponde á los montes como productores de leñas.

Procuremos demostrar aquella lo mas brevemente posible.

De los datos en la memoria referida comprendidos hemos tomado los fundamentales del siguiente estado.

No consignamos mas que los años del recuento de la poblacion, porque así las relaciones de esta y el consumo resultarán exactas, ni es para nuestro objeto necesario consignar el consumo anual durante todos.

En la columna 5.<sup>a</sup> pónemos el número de esterios de leña consumida en especie ó reducida á carbon calculándola sobre la base de que se obtenga de este el 20 por 100 en peso ó, lo que es sensiblemente igual, un doble hectólitro de carbon por cada esterio de aquella; esta reduccion, omitida por los defensores y adversarios de los montes, es necesaria para conocer la cantidad de leña, transformada ó no, consumida por habitante en cada época ó mejor aun la que de los montes se ha obtenido para satisfacer la necesidad de combustible vegetal en París.

Finalmente debemos hacer observar que en la cantidad de leñas se comprenden las duras, blandas y menudas, en la de carbones los ciscos y en la de hulla toda clase de combustible mineralizado al objeto de facilitar su comparacion.

AÑOS.	NÚMERO de habitantes.	C O N S U M O D E						P O R H A B I T A N T E.	
		LEÑA. <i>Esteros.</i>	CARBON. <i>Dobles hectólitros.</i>	Total en leña. <i>Esteros.</i>	HULLA. <i>Hectólitros.</i>	Leñas. <i>Esteros</i>	Hulla. <i>Hectóts.</i>	(7)	(8)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)		
1826	890.905	1.211.000	1.083.000	2.294.000	946.000	2'5	1'0		
1831	774.338	1.036.000	1.182.000	2.218.000	888.000	2'8	1'1		
1836	909.126	1.040.000	1.360.000	2.400.000	1.250.000	2'6	1'3		
1841	935.261	1.044.987	1.445.018	2.490.005	1.824.889	2'6	1'9		
1846	1.053.897	829.409	1.557.157	2.386.566	2.337.702	2'2	2'2		
1851	1.053.262	763.184	1.472.628	2.235.812	3.625.327	2'1	3'4		
1856	1.174.334	776.780 (a)	1.730.636 (a)	2.507.416	4.935.370	2'1	4'2		
1861	1.696.141	937.201 (b)	2.560.770 (b)	3.497.971	7.225.638	2'0	4'2		

(a) Los datos de 1856 están sacados de los *Annales forestières* de 1857.—Pág. 45.

(b) Los de 1861 de los *Annales forestières* de 1862, pag. 51.

Del estado precedente resulta que :

- 1.º En 35 años se ha duplicado el número de habitantes.
- 2.º Ha disminuido la cantidad de leñas consumidas , pero como lo ha hecho en menor proporcion que aumentado la de carbon, reduciendo este á las leñas necesarias para producirle y sumándolas con las consumidas en especie, resulta aumento de las destinadas á atender á las necesidades del consumo; no es sin embargo tan considerable como el del número de habitantes y de aquí que haya disminuido en  $\frac{1}{3}$  del que á cada uno correspondia en 1826.
- 3.º La hulla consumida es ocho veces mayor de lo que lo era en aquel año, resultando cuadruplicado el tanto correspondiente por habitante.

Estos resultados se esplican sin gran dificultad.

La disminucion en el consumo de las leñas debe ser debido al alejamiento de los lugares de produccion, como parece justificado el aumento en la cantidad de carbon, que hoy llega á París de montes muy distantes.

El decrecimiento del tanto de combustible vegetal por habitante depende de que la produccion en los montes no aumenta con la demanda con la facilidad que lo hacen la estraccion de hulla y los productos de la agricultura, pues si bien se consigue temporalmente con el consumo de las existencias, esto mismo ocasiona una disminucion notable en la produccion subsiguiente, á cuyo fin conspira tambien la reduccion de la superficie forestal por la roturacion y consiguiente empobrecimiento de su suelo.

El considerable aumento en el consumo de la hulla es debido al progreso de la industria principalmente y en parte tambien á que resultando mas barata *al presente* la calefaccion por ella que con el combustible vegetal por las especiales condiciones de París, la clase pobre *se vé precisada* á utilizar esta ventaja contra sus gustos y deseos, siendo indudable que no renunciaría á ellos, si abundando el combustible vegetal y desapareciendo los privilegios á la hulla concedidos, aquella desapareciera.

Que esto debe ser así, que la hulla colma los vacíos mas que sustituye los usos del combustible vegetal, se comprende fácilmente examinando el importe, á que resulta la calefaccion con unos y con otros.

El ilustre M. Becquerel ha deducido (1) de los precios corrientes y potencia calorífica respectiva, que siendo 1 el coste de la correspondiente á la hulla resulta :

La del cok. . . . .	1'8
La de la leña.. . . .	3'0
La del carbon. . . . .	4'0

Si, pues, á pesar de tan notable diferencia la cantidad total del combustible vegetal aumenta cada día y no disminuye notablemente el tanto por habitante ¿no es claro y evidente que, aparte la económica, sus condiciones deben ser mucho mejores que las de la hulla para el consumo de hogares?

Pues bien ; la ventaja del precio desaparecerá pronto, porque la extraccion de la hulla ha de ser en breve necesariamente menor y mas costosa, y si para entonces no se han puesto los montes en condiciones de dar muchos productos leñosos cerca de cada centro de consumo, en estos se han de pagar á precios excesivos ó verse privados de este recurso indispensable á la vida.

No es en las grandes ciudades donde mas combustible se consume en los hogares, ni menor tampoco la cantidad de hulla en ellos empleada ; sin embargo, si suponemos que el consumo de combustible vegetal sea el mismo el que corresponde por habitante en todos los pueblos y ciudades de Francia que en Paris, siendo su poblacion de 38 millones resultarán necesarios para este solo uso 76.000.000 de esterios de leña.

Pero, segun ya hemos dicho, no producen sus montes mas de 35 millones y de ellos 5 de maderas quedando solo 30 de leñas; por consiguiente no alcanza esta produccion á la mitad del consumo de hogares solamente.

---

(1) Memoria de 1865.—Pág. 149.

La importacion no puede colmar el déficit, porque el peso y volúmen de tales productos y su necesario bajo precio la hacen imposible en tan grande escala, como la experiencia lo justifica; pues en 1863 fué por valor de 600.000 fr., de 3 millones en 1865 y de 3.700.000 en 1867, en que la exportacion ascendió á la insignificante suma de 800.000 fr.

Que la hulla no puede cubrir el déficit resultante lo demostraremos luego concretándonos á consignar que, segun la potencia calorifica espresada anteriormente, se necesitarian para conseguirlo cerca de 10 millones de metros cúbicos ó sean 7'85 millones de toneladas de los 11 que produce la Francia.

Si no existieran, pues, otros supletorios, como las leñas de los setos vivos y plantaciones lineales, las de árboles de ribera y frutales, sarmientos, paja etc., para atender solamente á la necesidad de este déficit de combustible necesitaría la Francia tener en monte bajo convertidos sus 8 millones de hectáreas de yermos y eriales, en lo que nada perdería; pero no estándolo, ni convenientemente distribuidos los indicados supletorios de la leña de los montes, ni ascendiendo aquellos á la diferencia entre la demanda y la oferta no puede menos de resultar que sufran los enormes perjuicios de la escasez de leñas pueblos y extensas comarcas, como le sucede á *Lagrove*, de que refiere M. Surell (1) que los habitantes están reducidos «para calentarse y cocer sus alimentos, á quemar boñiga de vaca préviamente amasada en tortas y endurecida al sol. Este innoble combustible, dice, infecta con su hedor sus cabañas, sus vestidos, el aire que respiran y hasta los alimentos de que se nutren: la admósfera de la comarca está de él impregnada. La escasez de combustible es tal allí, que cada familia se vé precisada á cocer de una vez su provision de pan para todo el año. Véase á que extrema miseria están reducidos estos desgraciados montañeses, por faltarles la leña!...» una descripcion semejante hace M. Blanqui (1) del valle de la

(1) Obra citada, página 272.

(2) Memoria de 1843, págs. 16 y 17.

*Romanche* y otras muchas comarcas si no se ven reducidas á tan mísera existencia carecen sí del combustible necesario á los usos ordinarios de la vida sufriendo por ello no pocos trabajos.

Las ventajas del carbon vegetal sobre la hulla, la imposible sustitucion de aquél por ésta se hace mas patente aun en la metalurgia ferrera, porque, segun que se emplee uno ú otro combustible, se obtienen productos de tan distintas condiciones y aplicaciones, que bien, con M. Clavé, podríamos decir que no son productos similares.

Las forgas á la catalana, que dan en una sola operacion el hierro mas estimado, solo emplean el carbon vegetal y en los altos hornos aumenta su consumo cada dia, porque es de mejor calidad el hierro fundido y forjado resultantes, como se patentiza comparando sus precios: en efecto en 1852, en Francia, se vendía á 14'70 fr. el quintal métrico de fundicion obtenida con el carbon vegetal y á 11'30 el conseguido con la hulla; el del hierro fabricado con el 1.º á 42'30 y el que lo habia sido con cok á 27 fr. Si Francia sostiene la competencia con los hierros ingleses es porque empleando el combustible vegetal los consigue de mejor calidad, cual son necesarios para muchos usos; así es que Inglaterra importa de Suecia la fundicion para sus famosos aceros de Sheffield pagándola á 800 fr. la tonelada mientras vende la suya á 140.

Si esto nos demuestra las condiciones de uno y otro combustible y las ventajas que reportará Francia dedicándose mas cada dia á la produccion de los hierros con el combustible vegetal, que no puede conseguir Inglaterra por carecer de él, nada nos dice de la cantidad de leñas, que para tal uso necesita, ni tampoco se deduce de los datos que dejamos consignados (pág. 597) acerca de la creciente produccion del hierro; pues aquella solo podrá deducirse de la cantidad de fundicion y hierro fabricado con cada clase de combustibles, la que de 1853 á 1863 fué (1) como se espresa en el siguiente estado:

(1) *Revue des eaux et forêts*, 1865. — Págs. 95 y 96.

AÑOS.	CANTIDAD EN QUINTALES MÉTRICOS DE					
	FUNDICION CON			HIERRO FABRICADO CON		
	carbon vegetal.	cok ó combus. mezcls.	(3)	carbon vegetal.	combs. mezcls.	hulla.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
1853	2.924.279	3.685.060	768.502	241.098	3.500.294	
1854	3.428.736	4.271.958	729.902	209.181	4.172.268	
1855	3.608.180	4.884.782	799.339	203.542	4.569.295	
1856	3.749.834	5.481.641	851.459	198.242	4.636.993	
1857	3.732.795	6.190.520	837.555	195.658	4.566.380	
1858	3.263.141	5.452.419	874.534	150.142	4.276.342	
1859	3.360.180	5.201.343	906.544	169.334	4.125.114	
1860	3.013.274	5.789.590	871.123	281.303	4.441.423	
1861	2.980.000	5.900.000	766.000	324.000	4.637.000	
1862	2.850.000	7.680.000	711.000	294.000	6.000.000	
1863	2.800.000	9.000.000	760.000	227.000	6.060.000	
Sumas.	35.710.419	73.531.313	8.875.955	2.493.500	50.985.109	
Media anual..	3.246.400	6.684.664	806.905	226.682	4.635.000	

Del estado precedente resulta que :

1.º La cantidad de fundicion obtenida con el carbon vegetal despues de haber experimentado un ligero crecimiento durante algunos años ha descendido á sus primeros límites ; la Francia sin embargo está interesada en aumentar tal produccion para compensar con ella la importacion de fundicion inglesa consiguiente á los tratados de comercio y si aquella no ha seguido en creciente progresion es sin duda debido á la falta de combustible vegetal ó tal vez á que resultan los productos á tan alto precio , que si pueden ciertos usos tolerarle en gracia de la buena calidad, no otros muchos que prefieren la baratura ; asi parece corroborarlo el aumento rápido que se observa en la fundicion obtenida con cok y combustibles mezclados, intermedio en calidad y baratura entre aquella fundicion y la de hulla.

2.º El hierro fabricado con carbon y combustibles mezclados no ha variado sensiblemente , no solo sin duda porque la produccion leñosa y el precio limita su cantidad, sino tambien porque el consumo aumenta principalmente en los hierros baratos , como lo justifica en cierto modo el crecimiento que se observa en los fabricados con la hulla , que si no presentan mas creciente progresion es probablemente debido al aumento en la importacion.

Ahora bien, si suponemos que en la fundicion y hierro obtenidos con mezcla de combustibles se ha invertido tanto carbon cual se necesita para la tercera parte de sus respectivas cantidades, y sumamos estas partidas con las medias anuales de las fabricadas exclusivamente con el combustible vegetal, resultará que se ha invertido de éste tanto cuanto es necesario para la fabricacion de 6.356.400 quintales métricos de fundicion y hierro.

Dice M. Gillot en su memoria á la Academia de ciencias (1)

---

(1) *Revue des eaux et forêts*, 1868.—Pág. 100.

antes citada que por los sistemas ordinarios se emplea 7'79 kilogramos de carbon por cada uno de fundicion ó de hierro y solo 1'50 kilogramos con los procedimientos perfeccionados; es seguro que la generalidad de los altos hornos franceses siguen funcionando segun aquellos y las forgas á la catalana de todos modos invertirán siempre mas; pero para que no se nos pueda nunca tachar de exagerados supondremos que toda la fundicion y hierro referidos se hayan obtenido con el gasto de carbon últimamente espresado; resultarán en tal supuesto necesarios anualmente para tal destino 9.534.600 quintales métricos de carbon.

Para obtener éste se necesita cinco veces mas de leña, segun hemos dicho, y por lo mismo se habrá de esta consumido 47.673.000 quintales métricos.

Gran parte de la leña empleada á tal objeto será de pino y otras especies de menor peso específico que el roble; pero suponiendo tambien que así no suceda, dividiendo la ultima cantidad por 4'37 quintales métricos que pesa el esterio de esta especie á 150 años, segun resulta de las esperiencias de M. G. Brix, que dejamos inserias, encontraremos ser á tal destino necesarios por lo menos 10'9 millones de esterios de leña, ó sea mas de la tercera parte de la producida por los montes todos de Francia aun con tantos supuestos contrarios al verdadero consumo (1).

Peró antes hemos dicho que el de hogares exigía por lo me-

---

(1) M. Clavé en su obra citada (pág. 212) dice con referencia á una estadística oficial publicada en 1854, que en 1832 los *altos hornos* consumieron 5.167.772 quintales métricos de carbon de un valor de 30.682.624 fr., que con la leña quemada representaban 8 millones de esterios de esta.

*Las forgas de los Vosgos*, no obstante de hallarse en una de las regiones mas forestales de la Francia, consumen mas carbon del que allí se produce y tienen que importarlo de lejanos montes limitando la produccion de hierro. (R. f. f. de 1863. pág. 233.)

En 1864 existian en Francia 150 altos hornos alimentados con combustible vegetal. (R. f. f. 1865.—Pág. 192.)

nos 76 millones, luego para estos solos destinos se necesitan mas de 86 millones de esteros ó sea triple número del que producen los montes, que, como dejamos indicado, en su mayor parte darán menos cada día.

Basta fijarse un poco en estas enormes cantidades y los valores inmensos que representan para comprender la grandísima importancia de los montes como productores de leña; no la disminuyen los supletorios indicados, porque su producción está limitada á determinadas comarcas respecto á unos y los otros no pueden obtenerse sin causar desproporcionados perjuicios, pues donde el árbol proyecta su cubierta y su sombra ó donde extiende sus raíces lánguida y trabajosamente vegetan las plantas agrícolas, circunstancia que olvidan á menudo los adversarios de los montes, que son de ordinario patrocinadores de los grandes setos vivos etc., etc.

Como el consumo de leña antes espresado es sin perjuicio del muy considerable que á la hulla corresponde, bien pudiéramos prescindir de hacer consideraciones para demostrar que con ella no se ha de reducir aquel, que harto hará en atender á los usos á que hoy se destina; pero como esta es precisamente la poco razonable hipótesis, en que se fundan los adversarios de los montes, bueno será que indiquemos su producción y consumo, el tiempo que podrá durar y las consecuencias fatales de su agotamiento; que no como la leña se reproduce y este ha de venir en no lejana época.

La extracción de hulla en Francia fué en

1853	de 5 á	6 millones de toneladas	(1)
1860	de	8'5 id.	id. (1)
1864	de	11'1 id.	id. (2)

Como se vé la cantidad extraída ha aumentado rápidamente; pero mas deben haberlo hecho las necesidades del consu-

(1) *Revue des eaux et forêts.*—1864.—Pág. 58.

(2) *Id.* *id.* *id.*—1866.—Pág. 117.

mo cuando la diferencia entre la importacion y exportacion tambien es cada dia mayor, como se deduce de los siguientes datos que, aunque incompletos, bastan á indicar la marcha de aquel.

Años.	Importacion.	Exportacion.
1861	por valor de 104.300.000 fr.	»
1862	» 102.200.000 »	3.000.000 fr.
1864	» 115.200.000 »	»
1865	» 117.800.000 »	4.000.000 »
1866	» 146.500.000 »	5.000.000 »

Si, pues, en Francia no se extrae tanta hulla cuanta ya al presente exige el consumo, es consiguiente que con la produccion nacional y la importacion actual no seria posible, aunque no lo impidieran las condiciones de los productos y el precio excesivo, segun calidad, á que resultarian con hulla importada, aumentar la fabricacion de fundicion y hierro con ella en perjuicio del consumo del combustible vegetal. Tampoco la importacion puede hacerlo en grande escala por mucho tiempo para tal destino, porque lo impide el recargo de los precios con los trasportes terrestres necesarios para llegar á los altos hornos, los mayores gastos de extraccion y el consumo creciente en las naciones mas ricas en este combustible y otras pobres de él, como se haría evidente si pudieramos analizar su estadística especial; en su defecto, consignaremos algunos datos, que indicarán por lo menos los resultados, que con aquel análisis podrían obtenerse.

En 1860 se extrajeron en Inglaterra 83 millones de toneladas de hulla de un valor de 522.000.000 fr., en Prusia 17 millones de toneladas y 10 en Bélgica (1).

En 1864 se extrajeron en Inglaterra 93 millones de toneladas de hulla ó sea 10 mas que en 1860 (2).

(1) Revue des eaux et forêts.—1864.—Pág. 58.

(2) Id. Id. Id. —1866.—Pág. 117.

En 1865 la extraccion alcanzó á 100 millones, *consumiendo 90 y exportando 10, principalmente á sus colonias* (1).

Se vé, ya por estos incompletos datos que si la extraccion es mayor cada dia tambien aumenta el consumo y como á medida que se profundiza son mayores los gastos de aquella, de aquí que aumente el precio y que se utilicen ya las capas de menor potencia antes despreciadas.

Nada hasta ahora hemos dicho en comprobacion del fatal cumplimiento de los tristes vaticinios de Colbert; nuestros ilustrados adversarios no le esperan ni le temen, porque se imaginan que la hulla es inagotable: veamos si esto es cierto.

No nos negarán que Inglaterra es la region europea mas rica en hulla; pues bien, en menos de 100 años estará exhausta de ella.

«M. Hulme, decía á la cámara de los Comunes en 1866 M. Gladstone (2), ha calculado que la cantidad de carbon, en el Reino-Unido, á 4.000 piés de la superficie, representa 83.000 millones de toneladas.

»En 1854, el consumo fué de 64 millones de toneladas y en 1861 alcanzó 86, sea un aumento de 3'7 por 100. Admitiendo solo 3'5 por 100, el consumo anual en 1961 será de 2.607 millones de toneladas y en 1970, habrá alcanzado en suma 130.000 millones de toneladas, ó sea mas que la cantidad contenida en el Reino-Unido á 4.000 piés de la superficie. Aun suponiendo, lo que es dudoso, la produccion inagotable, será mas costosa en 100 ó 200 años y es necesario procurar desde el presente no dejar á nuestros sucesores una situacion demasiado desfavorable. Tendrán que vencer dificultades de que no podemos formarnos cabal idea. Debemos, en cuanto nos sea posible, hacerles la tarea fácil.»

---

(1) Revue des eaux et forêts.—1867.—Pág. 235.—En este año las minas en explotacion eran 2.614 y el número de obreros empleados 313,451; estos eran en 1861 282.470.

(2) Revue des eaux et forêts.—1866.—Pág. 191.

Es cierto que los Estados-Unidos tienen una superficie hullera mucho mas considerable; pero mas cargada de antracita su hulla no sirve á muchos usos.

Sean 100 ó 200 años los que se necesiten para consumir esta rica herencia de los antiguos montes, lo que es indudable es que muy pronto la profundidad de los pozos hará difícil y costosa la extraccion y que llegará un dia en que por haberse agotado aquella ó por otras causas será imposible el empleo de la hulla.

¿Qué será entonces de esos portentos de la industria á ella debidos y por ella sostenidos?

¿Que será de la humanidad si los pueblos con el fomento de los montes no se previenen con tiempo para que las generaciones venideras tengan al menos el combustible indispensable á los usos mas necesarios de la vida?.....

¿No se cumplirán fatalmente para el mundo los tristes pronósticos que Colbert hacía para Francia?..... Los prudentes y previsores dirán que sí; pero algunos de nuestros adversarios tal vez duden sino es que prefieren alegar los resultados de algunos experimentos de física, que si hasta ahora prometen no sacar la humanidad de apuros, bastan sin embargo para los que todo lo esperan de los adelantos de la ciencia, sin acordarse que esta no es omnipotente.

Con lo dicho quedará sobradamente demostrada para la casi totalidad de nuestros ilustrados lectores la importancia de los montes como productores de leñas en la vida de los pueblos, pero en obsequio á algunos de nuestros adversarios nos permitiremos consignar una última consideracion.

Aun en el supuesto de que la hulla fuera inagotable, aun que se pudiera extraer en cantidad bastante para atender á todas las necesidades, nunca podria satisfacer las que requieren las condiciones especiales del combustible vegetal, ni las de muchísimos pueblos que hallándose lejos de las costas y de las hulleras se encuentran enclavados ó lindantes con la region forestal, como la experiencia lo acredita examinando el

consumo, no en los grandes sino en los pequeños centros de poblacion, porque á muchos de estos no podría llegar la hulla sino á precios excesivos haciendo imposible su adquisicion, como sucede en muchos que hoy carecen del beneficio de montes próximos por haber destruido los que antes cubrian sus confinantes yermos ó roquerales y que como en el valle de la Romanche pasan una mísera existencia, porque es la calefaccion en nuestros climas una de las primeras necesidades de la vida.

#### IV.

Aunque el hombre no obtuviera de los montes otros productos que las maderas y leñas, de tal importancia son estos y tal la necesidad que de ellos los pueblos tienen, que es seguro nadie en duda pondrá en vista de lo ya expuesto la que en tal concepto á aquellos corresponde; otros muchos nos proporcionan sin embargo, de que debemos hacer mencion, no tanto porque sea esto indispensable á nuestro objeto, cuanto para corroborar la apuntada idea (pág. 552) de las buenas condiciones de los pueblos montañeses, *cuando la region forestal está ocupada por montes bien aprovechados* y para que fácilmente pueda comprenderse que si la miseria cierne hoy sus negras alas sobre aquellos en dilatadas comarcas, es porque á la arbórea vegetacion sucedió la roca descarnada en unos casos y en otros sobre los restos de aquella, cual voraces aves de rapiña, extienden la injusticia y la ignorancia las destructoras garras de anárquica avaricia.

Bien quisiéramos y, aunque impropio de este libro, conveniente para muchos fuera dar una detallada descripción de los aprovechamientos y procedimientos industriales de que nos hemos de ocupar, porque así mejor partido se sacaría de los productos, que ahora se pierden en el monte ó se utilizan en

su daño sin ventaja para nadie ; pero es tan vasta la materia, que por sí sola llenaría las páginas de un gran libro y solo de muy pocas podemos disponer ; nos habremos de concretar por lo mismo á breves indicaciones dejando para mejor cortada pluma aquella vasta é interesante empresa.

La materia leñosa no solo se utiliza como madera ó combustible sino que tambien se emplea en otros usos importantes.

Uno de ellos es la *pasta de madera para la fabricacion de papel*.

Varios son los procedimientos inventados para extraer á tal objeto la celulosa de los vegetales leñosos.

Uno de ellos, reproduciendo en grande escala con la ayuda de aparatos nuevos las operaciones practicadas por M. Payen en su laboratorio , consiste en tratar repetidas veces la materia leñosa por fuertes soluciones de sosa ó potasa y despues por el cloro.

En las fábricas la reaccion es mas enérgica. Por la elevacion en vasos cerrados de la temperatura de las legías á 120°, 130° y hasta 145° se ha hecho este tratamiento mas económico reconstituyendo la sosa por la concentracion de las fuertes soluciones alcalinas cargadas de materias orgánicas , la incineracion del residuo en hornos de reverbero y la caustificacion del carbonato alcalino por la cal.

Se termina el tratamiento de las fibras desembarazadas de incrustaciones leñosas por el blanqueo con la solucion del hipoclorito de cal y abundantes lavados de agua tan pura como sea posible.

Un número bastante considerable de fábricas preparan así cada dia en Francia y otras naciones 1.000, 2.000 y hasta 10.000 kilogramos de pasta de papel blanca seca.

«En Pontchara , dice M. Serval ( 1 ), cerca de Grenoble, MM. Neyret, Orjoli y Frédet, tratan en caliente, por una suer-

---

(1) Revue des eaux et forêts.—1867.—Pág. 406.

te de agua regia extendida, rodajas de madera de 5 milímetros de espesor y llegan á desprender la celulosa fibrosa atacando las sustancias incrustantes por la sosa ó el amoniaco en un vaso cerrado de dobles paredes. El blanqueamiento con el hipoclorito de cal, despues el lavado y el refinó en la pila bastan enseguida para dar una de estas pastas de madera blancas y puras, que la industria coloca con razon entre los sucesores mas económicos de los trapos de cáñamo, de lino, de algodón y de otras fibras textiles.»

Los inventores de un tercer procedimiento, MM. Bachet y Machard, se han propuesto el doble objeto de transformar en glucosa y subsiguientemente en alcohol (1) una parte de la sustancia incrustante de las fibras leñosas y procurarse al propio tiempo la celulosa aplicable á la fabricacion del papel.

Estos procedimientos, como se vé, son mas químicos que mecánicos, contrariamente á lo que sucede en el inventado por M. H. Voelter, de Heidenheinn (Würtemberg) que parece el mas extendido y de mas fácil aplicacion en los pueblos de la region forestal.

Consiste en *desfibrar* maderas poco abundantes en incrustaciones leñosas por el rozamiento con una muela de arenisca, que gira sobre un eje paralelo á aquellas; el agua pura, que sobre unas y otras cae, facilita la operacion y arrastra la materia desgastada á los *depuradores*, donde por medio de un tambor en movimiento cubierto con una plancha de cobre taladrada por agujeros de dos milímetros de diámetro se separa de los fragmentos astillosos inservibles, que desde luego se desechan, la pasta formada por la celulosa fibrosa en el agua diluida, que saliendo por el eje hueco del tambor se dirige á otros dos cubiertos de tela metálica de número 30, que lo ta-

---

(1) Probablemente por la ebullicion de la materia leñosa en el agua acidulada con los ácidos clorhídrico, sulfúrico, etc., como lo propuso M. Pelouse á la Academia de ciencias.—Annales forestières 1859.—Página 120.

mizan de fuera á dentro: la pasta que en ellos penetra se considera ya utilizable para la elaboracion del papel ordinario y la restante, ó una y otra en muchos casos, pasa á los *refinadores*, donde es de nuevo sometida al rozamiento de dos muelas de arenisca horizontales para hacerlo despues muy triturada y diluida en agua á los *aparatos de apartado*, en que por medio de tambores de tela metálica se separan las diferentes clases libres del exceso de agua, que, con las partes mas ténues é inaprovechables sin costosas decantaciones, sale de la fábrica.

Una de estas se ha establecido recientemente en Gerona por la iniciativa y bajo la direccion del inteligente industrial Don Felipe Flores, que utiliza la pasta obtenida en la fábrica de papel La Aurora á su cargo puesta á muy corta distancia con gran provecho para sus accionistas; la descripcion de aquella, debida á nuestro querido amigo y compañero D. Andrés Llauradó la encontrarán nuestros lectores en la *Revista forestal, económica y agrícola* (1870, págs. 368 y siguientes) con los suficientes detalles, si bien es sensible que nuestro amigo no haya á ella unido los planos necesarios para su mas fácil inteligencia y propagacion en las comarcas forestales, en que tanta aplicacion puede tener este sistema por abundar en ellas la primera materia y los saltos de agua, que es lo que principalmente se necesita para esta importante industria.

Muchas especies de madera se utilizan á este objeto prefiriéndose las de *abeto, pinabete, diferentes pinos, tilo, temblon, abedul, haya*, etc., que ya se usan separadas, ya combinadas dos á dos: tambien se obtiene la pasta de las hojas de algunos pinos.

Estando seca la madera se calcula en 50 por 100 la cantidad de pasta seca tambien que de ella puede obtenerse.

Relativamente á los *usos de la pasta de madera* dice el Señor Llauradó: «Se emplea principalmente como auxiliar en la fabricacion de papel: segun sus condiciones, las del trapo que se le asocia y la calidad del papel que se quiera elaborar, se emplea en las proporciones del 15 á 80 por 100. En la fábrica

de LA AURORA, donde la hemos visto usada para la obtencion del papel destinado á la impresion de periódicos, se asocian á la pasta de trapo las de pino, chopo, álamo, sauce y plátano individualmente, y aun en mezclas binarias y en cantidades iguales, en la proporcion de un 33 por 100, dando un papel de mucho mejores condiciones y mas barato que el obtenido sin la mezcla del nuevo auxiliar.

« Se emplea así mismo la pasta de madera mezclada con sustancias que la hacen impermeable en la confeccion de objetos de uso doméstico, tales como cántaros, platos, etc., en la confeccion de objetos de ornamentacion interior de las habitaciones, los cuales pueden hacerse incombustibles con la mezcla de borax y fosfato de sosa; la pasta empleada para este uso excede en dureza y baratura al yeso de París.»

Continúa el mismo exponiendo en los términos siguientes las « *Ventajas de la pasta de madera empleada en la fabricacion del papel.*—Como auxiliar de la industria papelera presenta las ventajas siguientes :

»1.<sup>a</sup> La pasta de madera no necesita lavado, blanqueo ni otra alguna de las operaciones que constituyen la trasformacion del trapo en pasta útil, y es de una pureza y homogeneidad superior á las de éste.

»2.<sup>a</sup> A igualdad de peso da la pasta de madera mayor volumen. Suponiendo que una resma de papel para la impresion de periódicos pese 6'4 kilogramos, con la misma calidad de un trapo asociado á un 33 por 100 de pasta de madera se obtendrá la resma con un peso de 5'6 á 5'8 kilogramos.

»3.<sup>a</sup> El papel de madera recibe una impresion mas limpia, toma menos tinte y conserva mejor el carácter de imprenta que el papel de trapo.

»4.<sup>a</sup> Mejorando extraordinariamente la calidad del papel, lo hace mas económico, porque el precio de la pasta de madera es casi la mitad del que tiene la pasta de trapo.»

En Alemania especialmente está tan generalizado el uso de la pasta de madera en la referida fabricacion que el papel em-

pleado por la prensa casi sin excepcion la contiene en notable proporcion.

Aunque el consumo de papel es cada dia mas considerable, no creemos que por esta nueva aplicacion de la materia leñosa sea necesario aumentar la superficie forestal, pero como para hacerla en buenas condiciones económicas sea sobre todo indispensable disponer de buenos saltos de agua resultará siempre una industria propia de las comarcas forestales.

Por procedimientos algo mas complicados y costosos tambien se obtiene *pasta de papel* del esparto; á tal efecto se aprovecha en Murcia con destino á las fábricas de Inglaterra y Bélgica siendo causa en parte del mayor precio que aquel producto de las estepas ha adquirido en estos últimos años, como nuestro ilustrado compañero D. E. Pardo y Moreno lo ha demostrado en su memoria sobre aquella planta.

*Azúcar* se extrae de la savia de los arces, robinia pseudo-acacia y del abedul, que contiene de aquella el 87 por 1.000 utilizándose en las comarcas septentrionales de la Europa, especialmente la última, que se recoge por agujeros de 5 á 6 centímetros de profundidad practicados en la parte inferior del árbol.

En aquellas comarcas sirve de alimento á sus habitantes el liber de abeto tierno, carnosos y azucarado y así mismo en años de escasez la *fécula* extraida de la corteza del pino silvestre principalmente destinada á la alimentacion de los cerdos; pero de donde puede obtenerse en abundancia y de buenas condiciones es del fruto del castaño de Indias.

Con las hojas del acebo se hace una infusion teiforme muy agradable y no otra cosa es el *Maté del Paraguay* de uso tan comun en ciertas regiones de América. El famoso *Kirsck* se obtiene de los frutos del cerezo y ciruelo silvestres y de diferentes servales; con bellotas se prepara una bebida agradable y tónica sumamente económica (1).

---

(1) Véase *Annales forestières*, 1860.—Pág. 317.

De la sávia de abedul se hace una bebida apreciada y los tiernos brotes de pino silvestre y otros se emplean en lugar de lúpulo en la preparacion de la cerveza.

Se extrae buen aceite para el alumbrado de los frutos del lentisco, los del cornejo contienen 34 por 100 y tambien se hace de los de la alheña ; pero los que principalmente se emplean á tal destino son los del haya, que en buenos años de semilla constituyen un producto secundario de los hayedos de bastante consideracion : los del avellano y carpe se utilizan al mismo efecto.

Los hidrocarburos recogidos en la carbonizacion de las leñas en vasos cerrados se emplean tambien en el alumbrado de las fábricas correspondientes, segun dejamos indicado, y pueden recibir mas vasto empleo en algunas localidades, como ya le tienen en muchas de la América, en que no puede á tal efecto destinarse la antracita de que disponen ; así es que las ciudades de Wilmington, de Mácon, de Colombia y de Montgomery están alumbradas por el gas producido de esta suerte, que tiene la ventaja de no contener azufre.

Tambien se obtienen al propio tiempo el alquitran, el ácido acético, que purificado y en agua extendido dá vinagre de muy buena calidad, la naphta ó espíritu de madera, que puede sustituir con ventaja al alcohol en ciertos usos, como para quemar en las lámparas, para hacer barnices, disolver resinas y los colores de anilina y en la fabricacion del cloroformo, la mitilena y otros productos muy usados en la industria.

Segun los datos facilitados por las fábricas americanas, una cárcel de leña de roble produce : 5.000 piés cúbicos de gas, 50 medidas de carbon, 2 barriles de alquitran y 100 gallones de vinagre de un valor en suma de 47 dollars ó sean 235 fr., siendo los gastos de fabricacion poco elevados y los aparatos necesarios á la destilacion menos costosos, que los que se emplean para producir el gas con la hulla; de manera que donde la leña esté barata esta fabricacion será muy ventajosa.

Muchos y muy variados son los *productos medicinales* que

se obtienen de los árboles de monte, entre ellos creemos oportuno recordar las flores y semillas del tilo, la corteza y frutos del acebo y los de la retama macho (*spartium junceum*) que se usan como purgantes; del fresno se obtiene la fraxinina, que se emplea como febrífuga, y el maná; de la adelfa un violento narcótico y los brotes y hojas del tejo contienen una sustancia venenosa muy perjudicial á ciertos ganados, aunque inofensiva para otros; los frutos del enebro comun contienen un aceite muy aromático empleado como medicamento y para fabricar el antiescorbútico, licor llamado *gin* tan usado por los marinos; la trementina de las hojas y corteza de la sabina de sabor acre y amargo posee propiedades medicinales muy enérgicas y en Alemania se usa con el nombre de *bálsamo* de los *Cárpatos* la trementina del pino uñal (*P. uncinata* D. C.) muy semejante á la del silvestre.

Las hojas y sávia de diferentes pinos tienen importantes aplicaciones en la industria y terapéutica; el doctor Knauss ha expuesto las principales en un artículo, que no podemos renunciar al deseo de insertarle íntegro, pues demuestra por sí solo el gran provecho que de los montes podrá sacarse, cuando sean racionalmente beneficiados.

«*Lana vegetal*. Esta sustancia se fabricó durante mucho tiempo en dos establecimientos situados en Silesia. Fueron estos incendiados, pero han sido reemplazados por otros muchos, que libran al comercio productos mas abundantes cada dia. Segun la *Gaceta ilustrada* de Weber, (1831), José Weiss, fabricante de papel, fué el primero (1) que supo sacar partido de las hojas de pino, que utilizaba en la fabricacion de papel ordinario; pues reconoció bien pronto que contenian tanino, resinas, aceite y filamentos finos, con los que hizo fabricar estopas, que los doctores Stahr y Schambort, dicese, aplicaron con buen éxito á los enfermos de gota y reumatismo.

---

(1) Otros atribuyen la invencion á M. Pannewitz.

»Al lado de la fábrica de lana vegetal ó *wald-wooll* establecida en Prusia en el prado de Humboldt, se creó y han creado despues establecimientos, en los que se dan baños con el agua resultante del tratamiento de las hojas.

»Los procedimientos empleados para extraer las fibras del pino no son conocidos y aun es probable que sean complicados ; pero se sabe que la ebullicion de las hojas en una solucion de carbonato de sosa es la base de las operaciones.

»El *waldvooll* fué empleado por vez primera en el hospital de Viena para la fabricacion de los colchones llamados higiénicos. Se ha comprobado que el olor agradable y balsámico, que desprende esta lana, era saludable y, lo que no es de desdenar, que alejaba los insectos. Se comprobó además, despues de 5 años de uso, que un colchon semejante cuesta menos que un gergon de paja , porque esta debe renovarse cada seis meses ó cada año. Al presente es muy general su uso en Alemania. Es cierto que la lana vegetal se apisona un poco en los colchones, pero golpeándolos fuertemente y exponiéndolos al sol adquieren su primitivo volúmen.

»Se asegura que el agua que ha servido para la cocion de estas hojas posee propiedades curativas. Es de un verde parduzco, gelatinosa, balsámica ó ácida, segun el procedimiento empleado para prepararla. Cuando es ácida , dicese que contiene el ácido fórmico. Se administra en baños y para hacerlos mas eficaces se les añade extractos ó aceites esenciales de las hojas de pino.

»*Borra de pino*. Este *ouato*, espeso, suave y blando es gris amarillento. Puédese aplicar á todos los usos á que se destina el algodón en rama. Se le considera en Alemania como excelente para envolver los miembros doloridos, sobre todo, dicese, cuando se le moja con aceite esencial de pino.

»*Lana de medias*. Esta lana se emplea en los mismos usos que la ordinaria, aunque es menos suave, menos blanda y un poco menos tenaz. En muchas aplicaciones industriales, económicas é higiénicas puede sustituir á la lana comun.

»*Franela vegetal*. No diremos como en ciertos prospectos que esta franela fortifica los nervios y que ejerce sobre la piel una accion vivificante. Sin embargo reconocemos que por su ligera rudeza puede en muchos casos ser muy útil, cuando se trata de mantener una cierta irritacion local en la superficie de la piel. Se la dá entonces la forma de la parte del cuerpo sobre que se quiere aplicar y se hacen de ella ceñidores, chalecos, calzoncillos, pecheras y suelas, en fin puédense hacer tambien cubre pies y colchas.

»La franela vegetal se lava con agua y jabon. Se debe evitar torcerla : se la hace secar, en cuanto posible sea, al aire libre.

»*Aceite etérea de pino*. Esta ha sido preconizada para las fricciones contra los dolores, el reumatismo, la gota etc. y en otras enfermedades; dudamos de su eficacia. Se la emplea pura ó mezclada con un aceite dulce (de olivo ó almendras). Parece que los médicos alemanes la han prescrito interiormente en la dosis de algunas gotas sobre un terron de azúcar ó mezclada con miel, contra la gota, los reumatismos, las neuralgías y para matar las lombrices.

»*Estracto de lana de monte*. Esta preparacion es el residuo de la evaporacion de las decociones de hojas de pino en agua pura ó alcalina. Se la disuelve en agua en la dosis de 60 á 125 gramos para baños generales ó parciales. Algunos médicos añaden 15 á 20 gotas de aceite etérea de pino; estos baños determinan entonces cierta irritacion cutánea y una pequeña picazon. Se les ha empleado en muchas enfermedades. Se los supone diuréticos.

»*Espiritu*. Dicese que esta preparacion se emplea mucho en Alemania como medicamento y cosmético y se extrae del aceite etérea de pino. Contiene éter, resinas y ácido fórmico. Cual sea este éter y cual su naturaleza, no se dice, pero es probable que se dé este nombre á algun aceite esencial muy sùtil y de ninguna manera un compuesto, que químicamente sea un éter. No sabemos que haya sido comprobada rigurosa y quí-

micamente la presencia del ácido fórmico. En cuanto á las propiedades terapéuticas, que se atribuyen al *espíritu*, no creemos hayan sido perfectamente comprobadas. Se sirve de él para fricciones en los miembros doloridos y los de los niños débilmente constituidos, para lavar los piés en caso de laxitud, para fortalecer la piel cubierta de pelo y prevenir su caída, para friccionar las sienes en el caso de neuralgias etc. Se aplica este líquido en los reumatismos, los isquiáticos etc., pero todas estas aplicaciones debieran en nuestro concepto comprobarse por una clínica ilustrada.

»*Jabon balsámico de pino*. Se prepara este jabon con el aceite etérea de pino. Dicese que fortifica y suaviza la piel; posee un olor muy agradable; es muy untuoso y espumoso en el agua. Es probable que los productos extraídos del pino no entren solos en la composicion de este cosmético.

»Tales son los productos que se preparan con las hojas de pino. Nos parece incontestable que la lana vegetal bruta podrá recibir numerosas aplicaciones y que la franela vegetal podrá prestar grandes servicios; en cuanto á la mayor utilidad de estas materias bajo el punto de vista higiénico la experiencia ha de pronunciar su fallo.

»*Savía de pino*. En todas las afecciones catarrales del pulmón ó de la vegiga se han comprobado siglos hace los buenos efectos de las materias balsámicas, pero no se habia pensado en hacer entrar estas preparaciones en los usos habituales de la vida; esto se ha realizado en Arcachon. En el bello monte transitable para los carruajes y alumbrado por gas que limita el valle, en uno pequeño llamado la *Caudière ó Caudeire* (caldera) se ha establecido una fábrica en que se prepara la *savía de pino*, que alimenta una fuente, de suerte que se puede beber allí el agua resinosa trementinada muy agradable ó llevarla á casa. Pero como este líquido solo se conserva algunos dias, tal vez fuera conveniente transformarla en jarabe, que podria reunir todas las ventajas del jarabe del bálsamo de Tolu sin costar tan caro. Añadamos que se ha tenido allí la feliz ocur-

rencia de unir á aquella una fuente de agua sulfurada de *Eugenie-les-Bains* de merecida reputacion en las afecciones reumáticas, gotosas, pulmonares y del estómago.

»*La sávia de pino* se prepara por un procedimiento enteramente análogo al que se emplea para preparar las maderas por el inventado por Boucherie: sobre un plano ligeramente inclinado se disponen un cierto número de troncos de pino de 2 metros de largo provistos de su corteza. Por su extremo inferior descansan en un canalizo de madera de pino, que termina en una cubeta. En el extremo superior de cada trozo se adapta un fuerte saco de tela impermeable ó de caouchouch, que ajusta á un tubo de la misma materia, comunicándose con un gran depósito de agua elevado sobre el suelo una docena de metros, de suerte que la sávia de pino es espelida por la presion de cerca de una atmósfera y solo falta filtrar la resultante.

»*Agua de miera*. Es la que se obtiene poniendo á macerar la segunda en la primera ó la que se saca de los hoyos practicados al pié de los pinos para recogerla. Aunque esta preparacion farmacéutica tiene mucha analogía con la *sávia del pino*, se distingue de ella en que contiene menos materias mucilaginosas, atemperantes y extractivas. Tambien la consideramos mas irritante.

»*Baños de vapores trementinados*. Estos, tan reputados contra los dolores reumáticos y en muchas otras enfermedades, pueden practicarse de diferentes maneras; pero hemos querido señalar aquí el establecimiento especial instalado en Bouqueyron, cerca de Grenoble, de que ha dado la descripcion el doctor M. Armand Rey. Los baños trementinados se obtienen calentando virutas de pino ó pinabete á una temperatura suficiente para volatilizar los principios, que lo son, pero no para descomponer la materia resinosa. Se asegura que este tratamiento empleado solo ó asociado á la hidroterapia cuenta numerosos partidarios y produce buenos resultados.

»*Aire de los montes*. El aire de los montes ha sido siempre

considerado por todos los higienistas como el mas puro, pero se asegura que el de los pinares goza de propiedades vivificantes especiales, atribuidas á las emanaciones balsámicas y á la mayor ozonizacion del aire por los aceites esenciales.

»Los antiguos daban grande importancia á los vapores trementinados en las enfermedades del pecho; los administraban por las vias pulmonares. El aire de los pinares, sobre todo cuando es al mismo tiempo marino, parécenos que conviene á las personas débiles y delicadas y sobre todo á las que padecen afecciones en las vias aéreas. No conocemos nada mas conveniente y mejor apropiado á esta suerte de balneacion aérea que el bello monte de Arcachon, en que están reunidos á la vez el lujo y lo confortable con condiciones higiénicas, que hacen de tal estancia una de las mas preciosas localidades, á donde pueden los médicos enviar los enfermos, que quieran curarse divirtiéndose (1).»

Como materias *testiles* se usa el esparto, de que se hace gran consumo, ya en estado natural, ya despues de macerado y machacado para la fabricacion de cuerdas de diferentes clases, esteras, alfombras, felpudos, espardeñas, espuestas, serones y hasta tegidos parecidos á la felpa; tambien se utiliza para estos y cuerdas el liber de la retama macho (*spartium junceum*), el del olmo y abedul; los brotes de la alheña en la cestería fina y en el N. de Europa se hace un comercio tan considerable con los diversos productos industriales fabricados con la corteza de tilo, que se calcula en 12.000.000 fr. el valor de los obtenidos anualmente en los gobiernos de Viatka, Kostrona, Kasan y Nijni-Novgorod (2).

Conocida es la gran importancia de los *productos resinosos* (3), que de las coníferas se extraen constituyendo una in-

---

(1) *Revue des eaux et forêts*.—1867.—Págs. 218 y siguientes.

(2) Clavé.—*Revue des eaux et forêts*, 1864.—Pág. 254.

(3) Los obtenidos en Francia en 1852 ascendieron á un valor de 2 millones 472.436 fr., de los que 2.223.266 correspondian á la esencia de trementina y colofana y 249.170 fr. al alquitran; importándose además de

dustria y comercio considerables ; no nos detendremos á describirlos por haberlo hecho con minuciosos detalles nuestro ilustrado y querido amigo y compañero D. Ramon de Xérica en una excelente memoria publicada en la Revista forestal, económica y agrícola (1868) y en folleto especial, que nuestros benévolo lectores verán con gusto y provecho, si desean conocer estos productos de los montes, en muchos de España abandonados ú obtenidos por procedimientos, que deben desde luego sustituirse por el mas lucrativo de M. Hugue perfeccionado por MM. Détrouyat y Aderal.

*Tintes* de buenas condiciones industriales se extraen tambien de muchas especies leñosas; amarillo se obtiene del agracejo; amarillo, pardo y negro del castaño de indias ; la *grana* de Aviñon se saca del *Rannus infectoria* ; rogizo y verde de la corteza y frutos del *Frángula vulgaris* ; amarillo y rogizo del zumaque ; negro de la corteza del ciruelo mezclada con sales de hierro ; las cortezas de granada se emplean para teñir los cueros marroquíes; de la alheña se saca negro violáceo, tambien de la corteza y cáscara verde del fruto del nogal y así mismo de las agallas del *Q. vellani*, de que se hace gran comercio en Levante ; sobre el *Q. coccífera* se cria el *Kermes ilicis* (Fab.), que seco y molido produce el color escarlata de uso muy general antes de introducirse la cochinilla; la corteza de aliso mezclada con sulfato de hierro la emplean los sombrereros; amarillo, rojo, pardo y negro se produce con la corteza de algunos sauces ; la de alerce se emplea como tinte pardo, etc., etc.

*Los corchos y cortezas* constituyen un producto importantísimo de los montes en ciertas comarcas sirviendo de base á la industria taponera y á las tenerías ; los primeros solo los producen el alcornoque y falso alcornoque (*Q. occidentalis*) y las segundas todos los robles, rebollos y encinas además de aquellas y otras muchas especies.

---

Rusia, Noruega y Suecia por valor de 260.133 fr. del último.—*Clavé*. —*Études sur l'économie forestière*.—Pág. 253.

Por interesante que fuera una metódica exposicion de su aprovechamiento é industrias consiguientes nada sobre ello ahora dirémos por ser ageno á nuestro objeto y no permitir-noslo el poco espacio, de que ya podemos disponer; pero sí debemos indicar la importancia de estos productos forestales.

Los *corchos* y su consiguiente industria taponera constituyen la riqueza característica de gran parte de la provincia de Gerona, exportándose sus productos elaborados á Francia, Alemania é Inglaterra principalmente; pues, á pesar de los numerosos ensayos al efecto practicados, ni han podido reemplazarlos con los de otras procedencias, ni mucho menos con otras materias.

La industria taponera en la referida provincia ha tomado en lo que va de siglo muy notable incremento, siendo causa de que muchos pueblos de la misma antes miserables hoy se encuentren en una envidiable prosperidad: en 1841 existian 438 fábricas de taponos repartidas en 28 pueblos con un capital circulante de 12.490.834 rs., consumiendo 280.000 docenas de panas, que daban 21.500 balas de taponos de todas clases (1).

En 1856 se calculaban en 1.625 las fábricas en España establecidas, principalmente en la referida provincia, ocupando 34.700 obreros; en 650.000 quintales el corcho producido y el valor de los productos elaborados en 100.500.000 rs. (2).

Los principales alcornoques de España se encuentran en la region mediterránea de la provincia de Gerona, parte de la de Barcelona, Castellon de la Plana y Valencia, en Andalucía y Extremadura, hallándose tambien algunos en el extremo occidental de la de Leon y en Galicia y Santander; pero en las pri-

---

(1) Memoria en defensa de la necesidad de revocar la parte dispositiva de los nuevos aranceles, que permite la exportacion del corcho en rama de la provincia de Gerona á 6 rs. por quintal.— Por D. J. B. Guardiola y D. A. Vidal.—1842 —Pág. 20, 13.

(2) Memoria publicada por la comision de la provincia de Gerona y distrito judicial de Arenys de Mar, etc. Por D. R. Cabrera, D. N. Fonolles y D. A. Gurí.—1856.—Págs. 10 y 15.

meras es donde principalmente se hace el aprovechamiento del corcho y en la de Gerona y Barcelona donde casi exclusivamente se elabora.

Francia posee algunos buenos alcornoques en el Rosellon, no tantos en la region bordelesa y muy vastos en Argelia, aunque, segun noticias que tenemos, la calidad de sus corchos no es comparable con los nuestros catalanes y valencianos, por cuya razon y al objeto de fomentar en su pais la importante industria taponera á costa de la nuestra ha reclamado constantemente la libre exportacion del corcho en rama, al propio tiempo que imponian á la importacion de nuestros tapones el derecho de 8 libras esterlinas en Inglaterra y 65'12 fr. en Francia por quintal métrico (1) contradiciendo las doctrinas libre-cambistas, en que para conseguir lo primero se apoyaban.

Considerablemente mayor es la importancia de las *cortezas curtientes* é industria á que sirven de elemento.

En Francia se producen anualmente, segun los bien fundados cálculos de M. Perrault (2), 100.935.680 kilogramos de cueros frescos; se importan en el mismo estado 7.587.357 kilóg. y secos reducidos á aquel 15.356.010 kilóg., que suman 123.879.047 k. y como solo se exportan 182.846 kilóg. quedan para el consumo 123.696.201 k.

De estos se destinan al curtido con casca de roble, rebollo y encina 101.000.000 k. y como por término medio se necesitan 3 kil. de casca para curtir uno de piel fresca resultan necesarios 303.000.000 kilog. de la primera.

La cantidad de casca por hectárea varía mucho con la edad y con ella tambien lo hace su calidad (3); la mejor se obtiene

---

(1) Memoria referida de los Sres. Cabrera, Fonolleras y Gurf.— P. 14.

(2) De l'ecorçage du chêne, de la production et de la consommation des écorces á tan, en France.— 1866.

(3) Para conocer esta y consiguientemente el precio, que á cada corteza corresponde se puede utilizar el siguiente sencillo procedimiento. En 100 gramos de agua se pone 1 de tanino puro secado á 110°; en este

de los montes bajos de 15 á 30 años, que, término medio, por hectárea producen 3.600 kilóg., siendo por lo tanto necesario para atender á las tenerías francesas descortezar anualmente 84.166 hectáreas y destinar á este producto, al turno medio de 20 años, 1.683.320 hectáreas aun en el supuesto de que fuera compensada la exportacion de cortezas con la importacion, que no lo es por la necesidad que de ellas tienen las naciones confinantes y el afan con que reclaman las de los robledales franceses por su buena calidad; la exportacion alcanzó en 1863 á 10.000.000 k. y la importacion fué algo mas de 5.000.000 k.

A pesar de que en Francia abundan los montes bajos de robe de pertenencia privada y de que en los del Estado se autoriza el descortezamiento de 17 á 20.000 hectáreas cada año, por evitar los perjuicios consiguientes á tal aprovechamiento en pié, por los gastos que origina el transporte á largas distancias de las cascas de los montes lejanos á las tenerías, por la depreciacion que sufren, aunque sin justo motivo, las leñas descortezadas, y por no haberse generalizado bastante el descortezamiento al vapor inventado por M. Maitre (1), que evitando

---

líquido se echa gota á gota por medio de una botella graduada disolucion de gelatina hasta que no se forme precipitado alguno y así se llega á conocer la cantidad de la última necesaria para neutralizar un gramo de aquel.

Hecho esto se toman pesos iguales de las cortezas, que se quieren analizar despues de secarlas á la misma temperatura; se las pulveriza y agota del tanino que contienen por el agua á la temperatura ordinaria; se filtra y recogen las diferentes soluciones en vasos separados y se añade á cada uno de ellos la cantidad de agua necesaria para darle un peso, que sea exactamente múltiplo de 100 gramos. Se separa de cada solucion esta cantidad y sobre cada una se echa la gelatinosa, como queda dicho: la cantidad de esta para cada disolucion y la que fué necesaria para neutralizar 1 gramo de tanino puro harán conocer por comparacion la riqueza de cada una y multiplicando estos valores por su cantidad se obtendrá la que en tanino corresponde á cada clase de corteza y consiguientemente su precio.

Mathieu.—Flore forestière.—Pág. 232.

(1) V. Revue des eaux et forêts.—1868.—Págs. 238 y 270.

los perjuicios que con el antiguo sistema se ocasionaban á las cepas se hacen grandes economías en la operacion aprovechando la época de jornales mas baratos, dice M. Perrault que en 1862 fallaron 88.835.640 kilog. de cortezas de las especies indicadas, que hubieron de reemplazarse con otras en perjuicio de la calidad de los productos elaborados.

En España existen 1.240 tenerías, que se calcula consumen 49.300.000 kilog. de diferentes cortezas.

Siempre hay ventaja en el aprovechamiento de este importante producto y es lástima que no se utilice en nuestros montes; porque no solo reportarian beneficio en ello nuestras escasas tenerías mejorando la calidad de sus productos elaborados, sino que podríanse fácilmente exportar á Alemania, Inglaterra, Bélgica, Italia y hasta á la República Argentina, en que se carece de las necesarias, especialmente si se cuidaran con mas esmero los montes bajos existentes y los infinitamente mas vastos que pudieran establecerse en muchos terrenos eriales.

En algunos terrenos frescos y profundos, donde hoy existen alcornocales, que solo producen corcho ordinario y de poquísimo valor, sus dueños encontrarían gran ventaja en formar montes bajos de esta especie, que darían cascás abundantes y de superior calidad, además de leñas bastante apreciadas.

Aunque no de uso tan comun otras cascás se emplean en el curtido de las pieles.

Las famosas de Rusia reciben su agradable aroma de la corteza de ciertos sauces y al mismo efecto se utiliza un aceite esencial extraido del abedul; la corteza de aliso contiene 16'5 por 100 de tanino y se emplea tambien mucho en el N. por el color rojizo que á los cueros comunica; con la corteza del *Rhus coriara* se preparan los cueros marroquies y al curtido ordinario se destinan además de las ya indicadas las cortezas de diferentes sauces, la del álamo blanco, que contiene 3 por 100 de tanino, la de pinabete, abeto y la del alerce; las piñas vacías del pino silvestre se emplean en Wurtemberg al mismo

objeto; la corteza del *támaris gállica*, la del castaño de Indias, del cerezo y ciruelo silvestres, la corteza y hojas del mirto comun, la del cornejo, que tiene 87 por 100 de tanino y otras muchas, que si no tienen la importancia de las de roble, rebollo, quegigo, alcornoque y encinas, pues estas llegan en ciertos montes á constituir los principales rendimientos, dan, sí, productos secundarios no despreciables y pueden suplir la falta de estas en muchas comarcas bien dotadas de las demás primeras materias y condiciones para el establecimiento de la importante industria del curtido de pieles.

Los *frutos* de la encina y alcornoque tienen tanta importancia para el alimento del ganado de cerda, que constituyen el principal rendimiento de los famosos oquedales de Extremadura; tambien se destinan al mismo objeto la mayor parte de los encinares de las dos Castillas y en pocas masías de monte de la region mediterránea se deja de tener algunas encinas á ello destinadas, cuando las condiciones del terreno lo permiten.

Sabido es así mismo que las bellotas de algunas variedades son muy buscadas para alimento del hombre y no es de estrañar esto, pues, especialmente despues de *curadas*, su gusto no es peor que el de las mejores castañas.

En los robledales tambien para montanera se utilizan sus frutos, aunque no dan tan buenos resultados como aquellos.

Conocidas son las muchas aplicaciones del piñon que hace que los montes de pino piñonero sean mas lucrativos por sus frutos que por las leñas y maderas que proporcionan y no tanto que hay pueblos, como Coca (provincia de Segovia), en que se comen con verdadera voracidad las piñas verdes despues de quitarles la parte exterior y mas resinosa.

Castaños y avellanos se encuentran en no escasa abundancia en algunos montes y mas pudieran extenderse con ventaja para sus rentas no solo por el aprovechamiento de sus leñas y maderas sino tambien por sus ricos frutos.

Tambien se encuentran en los montes muchos otros vegeta-

les de frutos comestibles, como los servales, madroñeras, te-rebintos, mirtos, cornejos, fresales, frambuesas etc., que si bien generalmente no constituyen productos dignos de formal aprovechamiento, puédense beneficiar por los pobres de los pueblos confinantes, como se hace en Alemania mediante licencias especiales, que por una pequeña cantidad les autorizan á extraerlos, así como plantas menudas, flores, leñas muertas etc., por cuyo medio obtienen un jornal muy regular en las épocas del año, en que no encuentran empleo en los campos, con gran ventaja para su bienestar y para la moralidad pública (1).

La *caza y pesca* constituye una parte no despreciable de la renta de los montes, especialmente la primera en Alemania, donde se cria y conserva con esmero, sujetándose su aprovechamiento á un plan determinado, que se ejecuta por administracion ó arrendamiento; en 1865 se obtuvo de la caza en los montes del Estado en Prusia 472.836 rs. de renta líquida. - En Francia se arrienda así mismo la de los montes del Estado y, aunque no se fomenta y cuida como pudiera y debiera, produce anualmente sobre 30.000 fr.

Los alemanes, muy aficionados al ejercicio de la caza y á obtener de sus montes la mayor renta posible, se han ocupado mucho sobre la clase y cantidad de caza, que en cada monte puede criarse; pero como esto varía con mil condiciones imposibles de sintetizar no han conseguido reglas importantes.

Segun Beckstein, un coto de caza de 1.000 hectáreas, cerrado de pared y comprendiendo 106 hectáreas de lagunas, 100 hectáreas de campos y prados y el resto de monte, puede contener 259 ciervos, 52 gamos, 47 jabalies, 43 cabras monteses, 200 liebres, 100 conejos y faisanes en número indeterminado. Para alimentar estos animales durante el invierno se

---

(1) Puede verse sobre este particular un interesante artículo del baron de Steffens, inspector general de los montes de la regencia de Aixa-Chapelle. — *Revue des eaux et forêts.* — 1862. — Pág. 328.

necesita suministrarles 122.864 libras de heno y 22.309 libras de patatas. En un coto semejante se pueden matar durante el año, 80 ciervos, 22 gamos, 32 javalíes, 20 cabras monteses, 1.100 liebres y 800 conejos. En los montes abiertos poblados de especies frondosas, con praderas enclavadas, se pueden criar en cada 1.000 hectáreas 21 ciervos, 24 cabras monteses y 18 javalíes; en los montes de especies resinosas estos números deben reducirse á 15, 18 y 9 respectivamente. Si confinando con tales montes existen cultivos, que puedan perjudicarse, aun deben reducirse mas estos números.

En algunos montes de Alemania se obtiene de renta líquida por hectárea de 3 á 4 reales solo con el beneficio de la caza y donde abunden las aguas se aumentará bastante con el valor de la pesca, que con menos trabajo y gastos puédesse propagar en grande escala.

El desordenado aprovechamiento de los *pastos* en los montes ha sido y es una de las causas primeras de la destruccion de estos; porque no produciéndose en cantidad y calidad en la espesura, cual los desean los ricos ganaderos, de mil medios se han utilizado para hacerla desaparecer y aprovechado todas las ocasiones á fin de convertir los montes en pastaderos y subsiguientemente en eriales improductivos de pastos y de materia leñosa con gran perjuicio para los pueblos y para la misma riqueza pecuaria.

En los montes de buenas condiciones no son seguramente los pastos abundantes en grandes extensiones; pero como á beneficio de las domadas corrientes puédense regar los terrenos mas aptos á semejante destino, en pequeñas superficies se consigue obtener abundantes y ricas yerbas sin perjuicio de la vegetacion leñosa y con provecho para la ganaderia estante, la mas lucrativa y digna de proteccion en la region forestal.

La ganaderia, que fué durante mucho tiempo el azote de los campos, eslo al presente de los montes sin sacar de ellos gran provecho; pudieran sin embargo hermanarse fácilmente los

intereses de estas dos riquezas con grandes ventajas para la nacional, si además de dedicar á praderas regadas ciertas porciones de nuestros deteriorados montes, las planicies, valles y mesetas de nuestras cordilleras se *encespedaran* cuidadosamente, cual se está haciendo en Francia, protegiendo la vegetacion herbácea con la leñosa, fomentando las buenas razas, las asociaciones para el mejor aprovechamiento de las leches, etc., etc.

Si realmente los montes bien poblados no pueden suministrar abundantes yerbas sino á expensas de la superficie propiamente forestal, sí pueden ayudar á la ganaderia suministrándole forrages ó ramones de excelente calidad hasta ahora en nuestros montes perdidos inútilmente y que pudieran utilizarse con ventaja para fomentar la ganaderia estante y el sistema de estabulacion, que tantas ventajas reportaría á los pueblos montañoses.

Sirven al efecto, entre otras especies, las hojas del tilo, las hojas y brotes tiernos del árgoma (*ulex espinosum*) y de la retama macho (*spartium junceum*), las hojas de la falsa-acacia y del fresno; el muérdago es muy buscado en los Vosgos; las hojas del olmo despues de secadas son tan ricas en materias azoadas como el trévol y la luciérnaga y mas que el heno de los prados; las hojas y brotes tiernos del roble y del carpe, que á los 12 años puede dar por hectárea 16.000 kilóg. de hoja verde ó 4.100 k. de seca; así mismo se utilizan las de todos los sauces y álamos y finalmente las hojas y brotes tiernos de la sabina constituyen en la provincia de Teruel un ramon muy estimado.

Segun el recuento practicado por órden de la Direccion general de Estadística habia en España en 1865:

22.468.969	cabezas de ganado lanar.		
4.531.228	id.	id.	cabrio.
4.351.736	id.	id.	de cerda.
2.967.303	id.	id.	vacuno.
1.298.334	id.	id.	asnal.

1.021.512 cabezas de ganado mular.  
680.373 id. id. caballar.

Si los montes y las montañas pastorales se encontraran en las condiciones, que pudieran y debieran reunir; si con ellas dispusiéramos de las aguas corrientes, que tanto necesitamos y si se mejorasen los sistemas de cria y recrea, como seria entonces fácil, es indudable que podria triplicarse el número de nuestros ganados (1) y en mayor escala aumentar los valores que representan constituyendo una importantísima riqueza de los pueblos montañoses y dando origen á no despreciables industrias con productos al presente apenas utilizados.

La *hojarasca* de los montes se destina á camas de ganado en los pueblos de la region forestal de ordinario escasos de paja; este aprovechamiento seria un poderoso auxiliar de la agricultura sin gran perjuicio para los montes convenientemente reglamentado (2); pero es muchas veces causa del empobrecimiento de los suelos forestales, porque se hace sin re-

---

(1) De los muy interesantes artículos publicados por M. Du-guiny en la *Revista forestal francesa* de 1865 (pág. 423 y otras) sobre el aprovechamiento de los pastos en los Alpes resulta: que el rendimiento por hectárea es: en los prados artificiales de 35 quintales métricos de forraje, en los naturales regados de 34 quintales y en los sin regar de 21, siendo solo en los pastaderos descuidados de 1 quintal; tambien allí se demuestran las grandes ventajas del ganado vacuno sobre el lanar y cabrío, las que ofrece el sistema estante sobre el trashumante y las muchas consiguientes á las asociaciones para la fabricacion del queso, manteca y otros productos análogos.

(2) En el congreso agrícola-forestal celebrado en Stuttgart en Setiembre de 1842, despues de una detenida discusion se fijaron las reglas siguientes para el aprovechamiento de la *hojarasca* sin perjuicio notable de los montes.

1.<sup>a</sup> En los altos no debe autorizarse este aprovechamiento antes de la edad de 50 años y ha de cesar 10 antes de las cortas de repoblacion.

2.<sup>a</sup> En los montes bajos debe prohibirse absolutamente, pues concurriendo ya en ellos demasiadas causas de empobrecimiento del suelo seria una temeraria imprudencia añadir otra, á menos de no verse á ello obligado por circunstancias imperiosas y

3.<sup>a</sup> En las localidades en que la *hojarasca* constituye un artículo indispensable á los habitantes, es de todo punto preciso sujetar este apro-

gla ni medida. En muchos pueblos se acostumbra á llevar á los campos no solo el *mantillo* sino hasta la tierra, y con tal estraccion se comprende fácilmente los perjuicios, que á los montes se originan, ya que se les priva de sus únicos abonos y aun de suelo muchas veces.

En los abundantes en matas bajas puédense utilizar estas con ventaja, especialmente en la época de la diseminacion, si el terreno no es tan escarpado que sea de temer el inmediato arrastre de las tierras.

Las hojas del boj tienen 2'89 por 100 de azoe, es decir mas que el estiércol de establo, que solo tiene 2 por 100; así es que en los montes del S. de Francia es muy buscado á tal destino: el pino de Austria mejora tambien tanto los suelos pobres que en algunas comarcas aprovechado al turno de 20 ó 25 años forma parte de la rotacion de cosechas agrícolas.

Consiguiente al mejoramiento de los suelos por las especies forestales es el beneficio de las *rozas*, desgraciadamente tan generales y abusivamente practicadas, que han concluido con los montes y con la agricultura de las montañas, á que en muchas podría servir de base convenientemente reglamentadas, siquiera con ellas y con la extraccion de la *hojarasca* siempre se perjudique mas ó menos á la produccion forestal.

Siendo algunos de los productos secundarios en el presente artículo enunciados inherentes á determinadas especies es consiguiente que no todos podrán beneficiarse en cada monte; pero sí en ellos encontrarán los habitantes de los pueblos con-

---

vechamiento á un plan bien meditado, que forme parte del general de ordenacion ejecutándose estrictamente y teniendo en cuenta para formar aquel la edad de los árboles y el turno especial necesario para asegurar al suelo una parte suficiente de *humus*. Los terrenos secos, pobres ó muy escarpados deben quedar exceptuados de este aprovechamiento. El turno empleado en Alemania es de 6 años, en Francia de 3 y el propuesto por el congreso de 8; pero es indudable que ha de variar con las especies y condiciones de la localidad.— *Annales forestières* —1843.—Página 328.

finantes trabajo lucrativo en la época, en que menos le exigen los campos y como en las operaciones del cultivo, aprovechamiento, trasportes y las innumerables industrias, á que dan lugar los productos de los montes, se emplean lo mismo los brazos robustos de los hombres que las débiles fuerzas de los niños y las mujeres, de aquí que aunque el jornal de cada uno sea pequeño cada familia reuna recursos bastantes para pasar la vida en mejores condiciones, que en los pueblos exclusivamente agrícolas.

Este bienestar y continuada ocupacion, además de los aires puros de los montes, produce inmejorables efectos en las condiciones físicas y morales de los habitantes de la region forestal (1), como es fácil comprénder y la experiencia lo acredita en los Vosgos, en el Hariz, en cierta parte de la Suiza, etc.; pero, entiéndase bien, tan plausibles resultados se experimentan donde los montes se aprovechan racionalmente, que cuando están reducidos á improductivos yermos ó brezales ó abandonados á la insaciable codicia de los caciques, entonces esos mismos pueblos gimen bajo el peso abrumador de la miseria y la inmoralidad mas espantosas, como se observa por desgracia en muchos de nuestras montañas.....

Aunque breve é incompletamente hayamos expuesto ó por lo menos indicado en este estudio los cuantiosos y variados productos, que de los montes se obtienen, creemos haber dicho lo bastante para que se comprenda la inmensa importancia que en tal concepto tienen en la vida de los pueblos; pero tambien en él sucede que no todos la tienen en el mismo grado, cual dejamos indicado al ocuparnos de sus influencias climatológicas, pues que la clase y cantidad de productos no es

---

(1) Sobre el bienestar que á los pueblos montañeses proporcionan los aprovechamientos forestales pueden verse los artículos siguientes. Del conde Ch. de la Baume y de A. Poirson. *Annales forestières* (1844. Págs. 618 y 638) y otro del Baron de Steffens.—*Revue des eaux et forêts*. —1862.—Pág. 328.

la misma cuando se benefician en monte alto que cuando se hace en monte medio ó en el bajo, aunque en ellos se cumplan las reglas para cada uno señaladas por la ciencia; mucho mayores serán las diferencias comparando estos con los que no están sujetos á otras que las del capricho, la ignorancia ó la codicia; pero dejaremos las consideraciones á este paralelo consiguientes para cuando en el estudio siguiente comparemos unos y otros bajo todos conceptos, á fin de que con el menor espacio mas patentes se hagan las diferencias entre unos y otros y por lo mismo las ventajas del fomento de los montes altos regulares.

---

## ESTUDIO SEXTO.

---

**Los montes de la region forestal por su influencia en la física, en la economía y en la moral de los pueblos tienen grandisima importancia en la prosperidad de las naciones y constituyen una condicion indispensable de su existencia.**

SUMARIO.—I. Se indica brevemente el contenido de los cinco estudios precedentes.—II. La influencia de los montes varía con el método de beneficio, con las condiciones características de las especies leñosas y con el estado de su vuelo y de su suelo consiguiente á las de su aprovechamiento: *el monte alto regular es el que la tiene en mayor grado*. Tambien aquella depende de la situacion que ocupan. Region propiamente forestal.—III. Los montes influyen en las condiciones morales de los pueblos.—IV. Idea del estado en que se encuentran los centros mas importantes de la antigua civilizacion é influencia que en su ruina pudo tener el descaje de los montes.—Pronósticos.—Conclusion de la primera parte.

### I.

No sin grandes esfuerzos hemos demostrado en los estudios precedentes la benéfica influencia de los montes en la higiene, el clima, física terrestre y economía de los pueblos; pero precisados á tratar tan complejas y difíciles cuestiones con la independencia, que el método reclamaba, no hemos podido prescindir de aplazar para el presente importantes consideraciones de conjunto, que nos han de servir de fundamento á valiosas consecuencias, haciendo mas patente la importancia de los mon-

tes en la vida de los pueblos ; que en evidencia pongan son aquellos una condicion indispensable de la existencia de estos.

Para conseguir mas fácilmente nuestro objeto, necesario es que ahora recordemos sumariamente las importantes teorías, de que nos hemos ocupado, con citacion de las páginas donde pueden encontrarlas nuestros benévolos lectores, reuniendo despues aquellas conclusiones que mas de manifiesto pongan la verdad que tratamos de evidenciar, ya que el tiempo y el espacio, de que disponemos no nos permiten hacer de todas un resumen conveniente obligándonos por el contrario á reducir á un corto número de páginas los límites del presente estudio, natural complemento de los que le precedieron.

Indicamos *en el primero* la importancia suma del oxígeno del aire en la vida animal (5) y la accion perniciosa del ácido carbónico, de que cada dia se forman en la superficie de la tierra enormes cantidades (6), que le harian impropio para aquella si la vegetacion, y *muy especialmente la leñosa*, no sirviera de compensador providencial apoderándose del último, fijando en sus tejidos el carbono y desprendiendo el oxígeno (8) de tal suerte, que solo una hectárea de monte descompone el ácido carbónico producido por 22'54 personas adultas en el acto de la respiracion (9).

La accion de los montes en los *miasmas*, que el aire consigo arrastra, no es menos provechosa, ya que no solo de ellos le despojan, cuando los encuentran formados, defendiendo los pueblos de su influjo pernicioso, sino que evitan su formacion, cuando de árboles se cubren los terrenos donde se originan (9 y 10.)

Admirable es, si bien se considera, esta primera funcion de los montes en la vida de los pueblos: no solo despojan al aire de las sustancias deletéreas, sino que le enriquecen del gas, que les dá vida, al propio tiempo que utilizando para su nutricion aquellas, nocivas á los animales, las condensan y guardan para devolvérselas al hombre en leñas, maderas y otros productos convertidas. Mas aun se patentiza esta dependencia, esta

solidaridad de los organismos animal y vegetal, cuando se considera el complejo fin de sus funciones respectivas; pues mientras el *segundo produce materias azoadas neutras, grasas, azúcares y fécula; descompone el ácido carbónico, el agua (1) y las sales amoniacaes; desprende oxígeno, absorbe calor, atrae la electricidad; toma sus elementos del aire y la tierra; transforma la materia mineral en materia orgánica y es en fin un aparato de reduccion, el primero obra en sentido completamente contrario siendo un aparato de combustion, como muy acertadamente lo consigna M. Girardin en su Química elemental, (tomo II, pág. 953.)*

Cierto es que estos beneficios considerados en conjunto no los deben los animales solamente á los montes, que tambien á ellos contribuye la vegetacion agrícola; pero es fácil comprender, en vista de lo ya expuesto, que á aquellos corresponde la supremacia de tan benéfica influencia, cuando no tienen la exclusiva, como sucede con frecuencia relativamente á su accion en las corrientes y temperatura del aire y en los hidrometéoros por las distintas épocas de su vegetacion, las diferentes dimensiones que sus especies características alcanzan y otras condiciones especiales á cada una.

*En el mismo estudio (11 y siguientes), despues de definir los vientos, exponer sus causas originarias, sus propiedades físicas y daños que ocasionan, en pocas palabras demostramos (21) como los montes los evitan á los pueblos y á los campos, ora neutralizando su fuerza y absorbiendo las sustancias deletéreas que consigo arrastran, ya reflejándolos azimutal ó zenitalmente, sirviendo siempre de abrigos poderosos, aunque de variable intensidad, pues que ésta depende de sus condiciones propias, como tambien indicamos (23) y despues demostraremos con mas detenimiento.*

---

(1) Aquí se hace referencia á la que sirve á la nutricion del vegetal; pues ya hemos dicho las grandes cantidades que de ella exhalan especialmente por las hojas.

Es incontestable por lo mismo la importancia que para la vida de los pueblos tiene la benéfica influencia de los *montes en el aire y sus corrientes*; ya que de estas dependen las condiciones higiénicas y climatológicas de las comarcas por la facilidad con que trasladan de unas á otras grandes masas de aire, que rápidamente las comunican sus características propiedades y con ellas cuantiosos perjuicios ó ventajas importantes, de que nos podemos utilizar, así como librar de aquellos, distribuyendo con sano criterio las masas forestales.

De no menos trascendencia son sin duda alguna para la cuestion que debatimos las verdades demostradas *en el segundo estudio*, ya que de base nos sirvieron para resolver en el **cuarto** la importantísima cuestion de los torrentes é inundaciones contrariamente á las ideas sostenidas por nuestros mas decididos adversarios.

En efecto; despues de exponer las propiedades físicas de los principales elementos del *suelo* (25) deduciendo de ellas la accion de la capa humífera (32) esplicamos la formacion de ésta en los suelos forestales (34) y la manera como en ellos se modifican sus condiciones anteriores (36), para deducir las importantes consecuencias de que *son los últimos en su parte superior mas esponjosos y absorbentes y en la inferior mas permeables que las capas respectivas de los yermos y los campos y el subsuelo de mayor potencia de infiltracion* (38), rebatiendo inmediatamente despues las teorías contrarias con mas empeño que buenas razones sostenidas por M. Vallés (39).

*El art. III del mismo estudio* dedicamos á definir y describir las *dunas, landas y estepas*, que tan perniciosa influencia tienen en el clima y riqueza de algunas extensas comarcas demostrando sumariamente (56, 60 y 64) como *con el auxilio de la vegetacion arbórea pueden hacerse no solo inofensivas sino importantes centros de produccion*.

En el IV (78), corroborando la idea generalmente admitida de que *los montes impiden la denudacion y abarrancamiento de las pendientes*, accion importantísima no en todo su valor

hasta ahora por nuestros adversarios apreciada, demostramos que obran así porque disminuyen la cantidad, velocidad y peso del agua torrencial (79) y no porque en ellos el suelo sea mas firme, mas compacto, mas apisonado en la superficie que en los yermos y en los campos, como suponen algunos de aquellos, cuyos razonamientos rebatimos en nuestro concepto de una manera concluyente (86) haciéndolo asimismo (89) de la *sin razon con que afirman que con los montes han de ser mas temibles é importantes las inundaciones* y finalmente (90) demostramos que *ellos libran á los pueblos de montaña del terrible azote de los aludes al propio tiempo que las fertilizan.*

Si con sano criterio se mira la *influencia de los montes en el suelo* no es dudoso que en ella se encuentre una de sus mas importantísimas funciones, ya que sin ella es consiguiente el cambio de las condiciones de las mas fértiles comarcas en las propias y poco apetecibles del desierto, como la historia lo acredita, con repetidos ejemplos, de que, aunque brevemente, mas adelante nos harémos cargo y como mas fácilmente se comprende teniendo en cuenta la demostrada accion de aquellos en los torrentes é inundaciones, que en breve recordaremos.

En el *estudio tercero*, destinado á demostrar la *influencia de los montes en la temperatura del aire*, gran número de páginas hubimos de emplear en dar una idea del calor y sus principales propiedades (93), de los manantiales caloríficos (100), de la radiacion solar (101) y celeste (102), de que depende la temperatura del aire (107), demostrando las variaciones que experimenta con la altura de dia (107) y de noche (108) contrariamente á lo que supone M. Becquerel (112), supuesto que es imposible (114), como asi mismo que exista, segun dice, una sola hora crítica (131) cuando deben ser dos (108); hicimos ver porque la observada al N. no dá la verdadera temperatura de los lugares (128-131) y la influencia que en ella tienen la latitud (133), altitud y exposicion (135) deduciendo de todo esto la poca utilidad de las líneas térmicas hasta ahora

admitidas (132-138) y finalmente expusimos la influencia que en la vegetacion tienen el calor y la luz (141) y en la temperatura del aire la proximidad de los continentes y los mares (147), teorías todas de grande importancia en climatología y que nos era indispensable discutir antes de dar á conocer la opinion que sobre tal influencia de los montes han emitido los físicos mas notables y nuestros mas decididos adversarios; examinamos despues la del ilustre *Jefferson* (149 y 193), que fundándose en los cambios observados en *Williamsburg* y *Monticello* (Virginia), segun el dicho de algunos ancianos, creía que con el descuaje de los montes se templan los calores del verano y los frios del invierno sin comprender que el hecho observado en todo caso sería debido, no á la influencia directa de aquellos en la temperatura sino á la que tienen en los vientos y á las condiciones especiales de aquella localidad, sin que esto bastara para que con poco criterio *Barton*, *Volney* y otros hicieran extensiva tal idea á toda la América septentrional; hicimos constar (152 y 194) que el eminente *Humboldt* consideraba como frigorífica tal influencia de los montes por no haber tenido en cuenta la época del funcionamiento vegetal y así mismo (156-193) que apoyándose en las observaciones termométricas practicadas durante muchos años habia demostrado ser infundada la creencia de los anteriores, de que ya por otra parte se dudaba generalmente (158); llamamos la atencion sobre los datos que consigna y comprueban de una manera indirecta la mision importantísima, que verdaderamente les corresponde; demostramos (159) que la opinion del eminente *Bousingault* no era contraria á la del anterior, como habia creído *M. Becquerel*, pues en todas sus partes la aceptó si bien dió motivo á que aquel y otros dudaran de semejante conformidad; discutimos (162) las opiniones sobre este particular atribuidas á los ilustres *Arago* y *Gay-Lussac* demostrando no ser contradictorias, ni concretas y determinadas, así como tambien (164) que el ilustre *M. Becquerel* no estuvo muy acertado al considerar opuestas las de los cuatro sábios preceden-

tes, como tampoco al emitir la suya (169) que ha modificado en sus obras sucesivas y es inadmisibles sin género de duda, como lo es tambien y con mayor motivo, la de M. Vallés, que exageró las diferencias sin resolver las dificultades, ni comprender verdaderamente la cuestion (176) y finalmente concluimos el artículo dando á conocer que la causa de tales desacuerdos no puede ser otra que haber sus autores celebrados deducido su opinion de efectos generales sin apreciar bien sus causas múltiples (192) y no haber distinguido los dos grandes períodos de la vegetacion y su modo de obrar de dia y de noche, al hablar de su influencia, como era necesario y procedente (196).

Con tal exposicion de doctrinas y desembarazado el terreno de los principales obstáculos, despues de demostrar que la influencia térmica de los montes, que tratamos de conocer, no puede deducirse con exactitud de observaciones practicadas en árboles aislados sino por procedimientos analíticos (201), pasamos á demostrar y comprobar *la que tienen las hojas* (202) durante la vegetacion activa, de dia (203) y de noche (204) y durante la pasiva (204), resultando (205) que *templan los calores del estío y los fríos del invierno*; del exámen hecho relativamente á *la que corresponde al tallo y las ramas* dedujimos (210) que *tienen, aunque poca, influencia calorífica* y finalmente demostramos (215) que *la de los montes*, si bien no todos obran con la misma intensidad, es idéntica á la de las hojas, que son las que influyen mas directamente y con mayor fuerza, si bien tienden á disminuir la temperatura media anual, *porque aminoran los calores del estío mas que templan los fríos del invierno* (221).

No sin motivo calificamos la *temperatura del aire* de factor principal del clima por ser causa originaria de todos los demás (141); asi mismo puede decirse que lo es, dentro de ciertos límites, de la vida orgánica (142) y siendo notorio y evidente que el normal desarrollo de aquellos y ésta exige que sus alteraciones no sean bruscas ni considerables, tendiendo

los montes á evitarlas, segun dejamos indicado, es indudable la importancia suma de su benéfica influencia.

Destinado el **cuarto estudio** á demostrar las *relaciones de los montes con los hidrometeoros y la distribucion de sus aguas sobre y dentro de la capa superficial de la tierra*, cuestion sin duda alguna la mas compleja y trascendental de cuantas nos propusimos resolver en este libro, no podíamos prescindir de dedicarle un vasto espacio; porque eran muchas las dudas y contradictorias opiniones emitidas por personas respetables y sábios eminentes y no pocas las teorías, que debíamos exponer como fundamento de nuestras creencias; así es que, aunque muchas veces omitiendo interesantes detalles é importantes consideraciones, empleamos en su desarrollo nada menos que 320 páginas sin que tengamos completa seguridad de haber conseguido nuestro objeto, porque es la empresa demasiado árdua para que á buen término la condujeran nuestras limitadísimas fuerzas; creemos sin embargo, y nuestros benévolos lectores nos dispensarán esta inmodestia en gracia de los muchos esfuerzos que para descubrir la verdad hemos practicado, haber desvanecido no pocas dudas, rebatido muchos errores y puesto bastante en evidencia la mision importantísima que los montes tienen en tal concepto, como así tal vez justifiquemos recordando brevemente el contenido de tan interesante estudio.

En él, despues de consignar algunas ideas generales sobre el vapor de agua en el aire contenido (232), nos ocupamos en definir (234) lo que se entiende por *humedad*, ya que por ser el hidrometóero originario, digámoslo así, de todos los demás, no hubiéramos podido de ellos ocuparnos con provecho procediendo de otra suerte; indicamos el modo de medirla (238); las variaciones mensuales y diurnas (240) que experimenta; las que se atribuyen, segun M. Daguin, á la influencia de la altitud y de la altura (243) discutiéndolas (244), las que corresponden, segun M. Becquerel, á las diferentes latitudes (245) y la influencia directa que en la vida de los seres tiene (246).

Para demostrar la que corresponde á los montes con relacion á tan interesante hidrometéoro oportuno creímos recordar (247) sus causas originarias, la temperatura y la cantidad de vapor en el aire contenido, y como ya habíamos ampliamente discutido en el estudio precedente la influencia de aquellas en el primer concepto, nos propusimos averiguar la que en el segundo les correspondiera.

Para conseguirlo, despues de hacer presente que los montes durante el período de la vegetacion activa obran por la evaporacion física del agua en sus copas detenida, por la que exhalan sus ojas y demás órganos verdes y por la que retenida en su mantilloso suelo paulatinamente se evapora, y durante el de la pasiva en el primero y último concepto, mientras que la tierra de vegetacion desnuda solo lo hace en este, aunque con diferente intensidad, pasamos á demostrar la importancia de estas diferentes evaporaciones, que para facilitar la discusion designamos con los nombres de física, fisiológica y directa del suelo (250).

Determinamos la primera dando á conocer y discutiendo brevemente los resultados experimentales obtenidos por el Mariscal M. Vaillant en Fontainebleau (251), por M. Becquerel en Montargis (255) y, despues de describir sumariamente las estaciones de Cinq-Tranchées (256), Belle-Fontaine (257) y la agrícola de Amance (258) al efecto elegidas cerca de Nancy por M. Mathieu, los resultados en ellas encontrados durante los años de 1866, 67 y 68 (259), considerando únicamente aceptables los de la estacion de Cinq-Tranchées, de que resulta que la *evaporacion física* fué: durante el período de la vegetacion activa 7'1 p.  $\infty$ ; durante el de la pasiva 5'2 y 6'2 durante el año entero del agua caída en cada una de estas épocas.

Para apreciar la importancia de la *evaporacion fisiológica* expusimos algunas ideas sobre su modo de producirse, las causas que en ello influyen (265), y los resultados obtenidos por Sennebier (267); dimos á conocer (268) las experiencias especiales al efecto practicadas por M. Vaillant, que sumaria-

mente criticamos (270); las de M. Mariè-Davy (272), que discutimos con algun detenimiento (281) y finalmente nuestra apreciacion (285) y el método, que convendría seguir (286) para evitar en lo posible los defectos, en que hasta ahora se ha incurrido en la experimentacion caminando derechamente al absurdo.

Para determinar la importancia de la evaporacion directa de los suelos forestales y desnudos de vegetacion oportuno creimos empezar por razonar teóricamente (287) apoyándonos sin embargo cuanto nos fué posible en las experiencias antes consignadas y en las especiales practicadas por M. Mathieu, que expusimos (292), deduciendo (293) de ellas algunas consecuencias importantes para el mejor esclarecimiento de la verdad y que en cuenta debieran tenerse en la sucesiva experimentacion.

No siendo fácil que nuestros benévolos lectores recordaran la demostrada ó apreciada múltiple influencia de los montes en la humedad del aire, hicimos (296 á 298) de los resultados de la precedente discusion un resúmen, en el que aparece que aquellos devuelven á la atmósfera del agua que reciben :

*Durante el período de la vegetacion*

	ACTIVA.	PASIVA.
Por evaporacion física. . . . .	el 7 p. ∞	5'2 p. ∞
Por id. fisiológica. . . . .	el 40 »	»
Por id. directa del suelo. . . . .	el 37 »	15'0 »
Totales. . . . .	84 p. ∞	20'2 p. ∞

Tambien entonces llamamos la atencion de la forma, en que, bajo el punto de vista del tiempo que dura, tienen lugar estas distintas evaporaciones y basta observar los totales de cada período para comprender que si los montes en el 1.º aumentan la humedad del aire, en el 2.º favorecen considerablemente la filtracion, que origina los manantiales.

No pudiendo espresar numéricamente la influencia de los suelos desnudos por falta de observaciones apropiadas y fidedignas en resúmen tambien la describimos (299) para venir á deducir esta consecuencia importantísima : *los montes aumentan y regularizan la humedad del aire en el periodo de la vegetacion activa y probablemente la disminuyen en el de la pasiva comparados con los suelos desnudos de vegetacion, que obran en sentido contrario*; demostrando asimismo inmediatamente despues (300 á 304) que los destinados á la agricultura lo hacen ya en uno ya en otro sentido, segun fueren la época y condiciones vegetativas de la especie característica, aunque nunca alcanzan la importancia de la benéfica influencia de los primeros y pasan, de ordinario, la perniciosa de los segundos.

*El art.º II del mismo estudio* dedicamos al *rocío, relente y escarcha*; empezando por definir el primero (305) brevemente expusimos (305) las diferentes teorías propuestas para explicar su formacion; la cantidad de agua (309) por él suministrada; su influencia en la vida vegetal y, despues de demostrar que *los montes* le aumentan en las épocas de mas calor (310), terminamos con muy breves indicaciones sobre el relente y la escarcha este, para nuestro objeto, poco interesante punto.

No se hallaba en igual caso lo que teníamos que decir sobre las *nieblas, y las nubes, la lluvia y la nieve*, así es que con el art.º III á ellas dedicado ocupamos gran número de páginas, aunque por falta de datos no siempre pudimos desarrollar y comprobar interesantes teorías, cual hubiéramos querido.

Definimos (314) estos importantes hidrometeoros; dimos á conocer (316) su origen y formacion y brevemente discutimos (319) las teorías inventadas para explicar la suspension en el aire de las dos primeras. Expusimos (322) las formas típicas de las nubes indicando los pronósticos de ellas deducidos; las causas que dan origen á las lluvias y nieves extraordinarias (324) y las formas cristalinas (325) de la nieve. Ocupámonos despues (326) del modo de medir estos hidrometeoros y al exponer (330) la utilidad de las experiencias udométricas, ya se

las considere bajo el punto de vista del cultivo de la tierra, ya para prevenir los daños de las inundaciones, hicimos ver la poca que tienen las medias anuales, las precauciones (331) con que en todo caso deben determinarse y asimismo que si para el primer objeto eran necesarias grandísimo número de observaciones practicadas durante mucho tiempo, no sucedería lo propio en el segundo, ya que en tal concepto es fácil la experiencia, (331) y no difícil corregir los errores, en que pudiera en un principio incurrirse.

Para demostrar la influencia de *la altura en la cantidad de lluvia* se cita de ordinario la recogida en dos udómetros del observatorio de París, uno colocado en el pátio y otro en el terrado y siendo en ellos diferente se han suscitado bastantes dudas y dado lugar á contradictorias esplicaciones, que, aunque no de grande importancia para nuestro objeto, oportuno creímos discutir (333) emitiendo nuestra humilde opinion sobre las causas, que pueden producir el efecto que se observa, sin que en él intervenga propiamente la influencia referida.

Demostramos inmediatamente despues (335) la que corresponde á *la latitud*, que tiende á *disminuir la cantidad de agua llovida, el número de dias y la magnitud de los intérvalos*; expusimos (336) las *causas originarias* de las lluvias periódicas en las regiones tropicales, que la comprueban, si bien hicimos constar (338), que *dependen en gran parte de las condiciones locales y señalamos las zonas de lluvias (342) y nieve, (347) en Europa* segun M. Gasparin, considerándolas de poca utilidad (342) como lo comprobamos (346) con lo que sucede en España y otros paises, de que consignamos (344 y 345) algunos curiosos datos sobre la cantidad anual, medias estacionales y número de dias observados.

Procuramos evidenciar (348) que con la *altitud* aumenta *la cantidad de agua llovida*; que la *exposicion* (350) *influye por su temperatura característica, y los vientos (351) segun su procedencia y las condiciones del camino, que recorren, siendo, de ordinario, en Europa lluviosos los del 2.º y 5.º (352) cua-*

*drantes y secos los del 1.º y 4.º; que las condiciones topográficas (352) y orográficas (353) influyen mucho en la lluvia por la compresion, desvío y elevacion que determinan en los vientos, lloviendo mas en los valles (353) y montañas que en los llanos y mesetas (354) como lo comprueba que con las cordilleras coincide sensiblemente la línea de union de los lugares mas lluviosos (353), segun espresion de los ilustres físicos Gasparin y Becquerel; y como todas estas influencias se combinan de muy distintas maneras, de aquí la necesidad de estudiar muy detenidamente los resultados experimentales obtenidos en cada localidad, como entonces (356) aconsejábamos, y el por qué no consignamos mayor número de aquellos.*

De esta suerte expuestas las teorías, que debieran servirnos de fundamento para conseguirlo, creímos en el caso y en la posibilidad de entrar en la demostracion de la *influencia de los montes en tan interesantes hidrometeoros* y muy especialmente en el de la lluvia, objeto final del referido artículo; así lo hicimos (356) poniendo sencillamente en evidencia por razonamientos hasta cierto punto indubitados, que, en igualdad de todas las demás condiciones, *en los montes lloverá mas que en los suelos desnudos y agrícolas durante el periodo de la vegetacion activa*, es decir en la época de los mayores calores y *menos, de ordinario, en el de la pasiva, siendo mayor aquella que esta diferencia y consiguientemente mayor tambien la cantidad de agua anualmente caida en los primeros que en los segundos.*

Nuestros lectores ilustrados no pueden menos de haber considerado, cual nosotros lo hicimos, de suma importancia y trascendencia esta conclusion teórica y así comprenderian las poderosas razones, que nos impulsaron á comprobarla con la discusion de los resultados experimentales mas fidedignos, de que disponíamos, aprovechando al propio tiempo la ocasion de rebatir los fundamentos, en que nuestros adversarios basaban su contrario parecer.

Recordamos al efecto los obtenidos en Fontainebleau por el ilustre M. Vaillant (360), que no discutimos extensamente por

considerarlos de poca utilidad; alguna mas encontramos en los que de Montargis nos ha suministrado el benemérito M. Becquerel y que ya en parte comprueban nuestras analíticas deducciones y finalmente con mayor detenimiento examinamos (361) los que cerca de Nancy se encontraron bajo la direccion del ilustre M. Mathieu, que, además de ser indudablemente mas exactos, tienen la inapreciable ventaja de referirse á tres estaciones, de las que una (Cinq-Tranchées) se encuentra en el centro de una region propiamente forestal, otra (Belle-Fontaine) en su límite y la tercera (Amance) dentro de una region agrícola situada en iguales condiciones que aquella; y dió tales resultados este exámen, que interpretándolos fielmente pudimos deducir dos importantísimas consecuencias enteramente conformes con las precedentes analíticas conclusiones (363), que nuestros benévolos lectores se tomarán la molestia de ver de nuevo para evitarnos su mas ó menos completa reproduccion en este lugar.

Así fortalecidas nuestras creencias, con algun detenimiento discutimos (365-369) las equivocadas del ilustrado M. Mariè-Davy y con sobradas razones demostramos (369-376) que M. Vallés no tenia en su apoyo ninguna para sostener, que *«la lluvia es mas abundante en las tierras cultivadas que en los montes;»* pues ni es cierto, como supone, que por lo mismo que la admósfera inter-arbórea es mas fría y húmeda que la de los campos, debe ser mas seca y cálida la superior á los árboles de monte, etc., etc. (369) ni supo interpretar los hechos que relativamente á las montañas de Marmato y á los lagos sin desagüe cita M. Bousingault (370), ni es cierta la contradiccion, que supone existe con tal motivo entre éste y M. Becquerel (371), ni comprendió que los hechos que cita de París, Milan y La Rochela nada prueban (372) contra la demostrada influencia de los montes, ni tampoco finalmente los hechos que dice observados en Viviers (373); de manera que aunque dá grande importancia á las dudas, que, segun dice, se habian ocurrido al ilustre Arago con tal motivo, ninguna puede que-

darnos de la sinrazon, con que defendia la tesis antes consignada y las muchas que abonan la que venimos sosteniendo y ámpliamente dejamos demostrada, corroborando la que les corresponde en la temperatura del aire, segun digimos en el estudio precedente.

Aunque no sea asunto de grande importancia y trascendencia para nuestro objeto, *al granizo* dedicamos el *artículo IV del estudio* aludido, á fin de que nuestros lectores puedan mas fácilmente apreciar la exageracion, con que algunos exponen las relaciones de los montes con el clima.

A este efecto, despues de ocuparnos de su definicion (378) y clasificacion (379), creimos necesario decir algo sobre la *electricidad del aire* (381), las variaciones que en ella se observan con la *altura* (382), *horas del dia y los meses del año* (384), cuya curva resulta inversa de las de la temperatura, y las que son consiguientes al *cielo cubierto, nieblas, rocío, fuertes aguaceros* (385) y *tiempos tormentosos*, discutiendo despues, aunque brevemente, las diferentes opiniones emitidas sobre su procedencia para poder ocuparnos con conocimiento de causa de la descripcion de algunas tormentas (388), de su formacion (389), origen de su gran tension eléctrica (392) y de sus manifestaciones y consecuencias, el *relámpago* (394), *el trueno y el rayo* (396), así como de los medios de evitar sus terribles efectos por los no bastantemente generalizados *para-rayos* (397) y los inútiles ó perjudiciales *para-granizos*, terminando estos preliminares necesarios con la indicacion de los *daños por la piedra ocasionados* (404) despues de haber hecho constar que sobre la *formacion y caída* del granizo están los meteorologistas mas discordes, si cabe, que sobre la procedencia de la electricidad de las nubes, cuyas diferentes teorías indicamos (398).

En vista de todo esto pudimos discutir la influencia atribuida á los montes en tal concepto por eminentes físicos, deduciendo (411) que *abrigan las comarcas de los efectos perniciosos de las tormentas*, aunque no tal vez por las razones alegadas por el ilustre M. Becquerel.

Sino imposible, si por lo menos muy difícil ha de ser á nuestra pobre y cansada pluma exponer aquí en pocas líneas la esencia de cuanto digimos en el *artículo V del mismo estudio* relativamente á la *distribucion del agua llovida y la procedente de la nieve, á los manantiales, torrentes é inundaciones*; pero, obligados por ineludible necesidad y confiando en que la ilustracion de nuestros benévolos lectores suplirá las faltas que cometamos, no dejaremos ahora de cumplir como podamos nuestro compromiso, ya que siendo ésta la materia mas vasta y compleja, y tambien la mas interesante para nuestro objeto, de cuantas nos han hasta ahora entretenido, mas que ninguna otra necesita del trabajo, que á todas estamos dedicando, para que puedan en todo su valor apreciarse los fundamentos de nuestras trascendentales conclusiones.

Empezamos (412) por explicar como el método adoptado hacia imposible que presentáramos completas ciertas complejas teorías; dimos (413) una idea general de cómo el agua llovida se divide en tres partes, una que se evapora, otra que se filtra y la tercera que corre por la superficie, indicando (415) los beneficios ó perjuicios, que de cada una podíamos esperar y la variabilidad de las condiciones que favorecen unas en perjuicio de otras de aquellas integrantes de la total llovida, para deducir (416) la inutilidad de ciertos coeficientes de permeabilidad atribuidos á rocas y suelos dados, de que recordamos (417) algunos, en la discusion del problema que nos ocupa empleados con mejores deseos que fundamento y finalmente (418) lo que sucede en el calizo valle de Barig para comprobar la justicia con que criticamos á M. Vallés y otros, que confunden la *permeabilidad* con el paso del agua por las grietas, hendiduras y oquedades de ciertas rocas y dán grande importancia á los aludidos coeficientes.

Demostramos (418) que el agua de nieve no produce los mismos efectos que la de la lluvia; que facilita la evaporacion y la filtracion disminuyendo la total que por la superficie corre; pero que así mismo, cuando su licuefaccion no se

hace paulatinamente, por sí sola dá lugar á inundaciones desastrosas (419) muy especialmente cuando la motivan ó acompañan fuertes aguaceros por condensar las corrientes superficiales parciales, que hubieran sido inofensivas; de manera que venimos á deducir que si es mas beneficiosa que la lluvia en unos casos, es en otros mas perjudicial resultando no ser siempre cierto el sabido adagio que dice ser *año de bienes el que lo es de nieves*.

Despues de las precedentes consideraciones y de hacer constar (420) que si en los montes llueve mas que en los campos y en los yermos es debido el exceso mas al número que á la intensidad de las lluvias, circunstancia que tanto influye en la distribucion de sus aguas, procedimos (421 á 426) á esplicar la que corresponde en unos y en otros para una lluvia determinada, sea insignificante, moderada ó copiosa y torrencial, durante los dos períodos de la vegetacion de los primeros; y ampliándola (426) con la influencia que todos tienen en la distribucion del agua procedente de la nieve dedujimos esta importantísima consecuencia:

«Para una cantidad dada de agua, pero siempre algo considerable:

*en los montes aumenta la evaporacion con el tiempo, la filtracion en razon inversa de él y queda anulada la corriente superficial;*

*en los yermos y en los campos, si bien se verifica lo primero hasta cierto punto, la corriente superficial, siempre considerable, está en razon inversa del tiempo y por la evaporacion en un caso y por aquella en otro es, de ordinario, casi nula la filtracion; es decir que, así como los montes favorecen la evaporacion y los manantiales, que dan la vida, los yermos y los campos obran relativamente á la corriente superficial, á los torrentes é inundaciones que dan la muerte.»*

Es de tanta trascendencia esta conclusion teórica, que aun- que la discusion en que se funda lo haga así mismo en verdades ya demostradas, é indubitables sean los razonamientos que

á ella nos condujeron, no quisimos pasar adelante sin examinar previamente los resultados experimentales por amigos y adversarios aducidos, á fin de ver si con ellos quedaba comprobada ó rebatida y consiguientemente la fuerza y validéz de las contrarias opiniones.

Empezamos al efecto por exponer (418) y discutir los debidos al ilustrado M. Belgrand, demostrando de una manera inquestionable, y contrariamente á lo supuesto por M. Vallés, que las condiciones de las cuencas de la Grenetière y del Bouchat, de que se valió, no son iguales y sí muy diferentes (431); que tales experiencias son muy poco fidedignas (434) y los resultados absurdos por imposibles (435); de manera que con esto quedó (437) destruida la piedra angular de las creencias hidrológico-forestales de MM. Mariè-Davy, Vaillant y Vallés, que tanto en ellos se fundaban para defender las suyas contrarias á las que venimos sustentando.

Inmediatamente despues (438) analizamos las experièncias practicadas y resultados obtenidos por dos ilustrados ingenieros de caminos, MM. Conte Grant-Champs y Graëff, que comprueban nuestras analíticas deducciones, al propio tiempo que indicamos (443 nota) los grandes beneficios que la Francia reportaria de la repoblacion herbácea y arbórea de los Alpes, cubriéndose los gastos con exceso en poco tiempo.

Al mismo efecto discutimos los hechos observados por los ilustres Bousingault, Humbold y Saussure en el lago Tacarigua (445), otros de América y Asia y en los de Suiza, que el primero cita para comprobar *si el descuaje de los montes influye en la disminucion del caudal de los rios y arroyos*, así como los de las montañas metalíferas de Marmato (450), de que se utiliza malamente para ver si las diferencias en aquellos encontradas pueden atribuirse á menor ó mayor cantidad de lluvia, consignando (452) sus poco claras y esplicitas conclusiones, las dudas y equivocadas apreciaciones (453), en que incurrió por una lamentable preocupacion ó precipitacion y explicando (454) las causas diversas, que pudieron producir

los hechos observados, corroboramos con ellos nuestras precedentes deducciones analíticas.

Hicimos ver luego despues (456) que el ilustre M. Becquerel tampoco resolvió la cuestion, ni desvaneció las dudas y vacilaciones del anterior, sino que mas bien las aumentó interpretando equivocadamente ciertos datos, que consignó creyendo así conseguirlo; pero tambien se demuestra (457) la injusticia con que M. Vallés criticó á los dos anteriores por no haber comprendido los hechos que citaron, ni las consecuencias que de ellos dedugeron y la opinion que se habian formado de la influencia de los montes en tal concepto suponiendo era en ellos contraria, cuando el segundo adoptó completamente las conclusiones del primero.

Tambien nos hicimos cargo (461) de las causas á que el último atribuye los efectos observados en los lagos poniendo en evidencia sus equivocados conceptos y los no menos falsos unas veces y otras baladies con que de la altura, que en distintas épocas alcanzaron, segun él, las aguas en algunas inundaciones quiere deducir las condiciones hidrológicas de los suelos agrícolas y forestales; con tal motivo demostramos lo erróneo de su razonamiento fundamental (463), la vaguedad de los hechos que alega y la improcedencia de las consecuencias que deduce, al propio tiempo que le recordamos omisiones, que no abonan su completa imparcialidad; lo que hemos dicho relativamente á los absurdos resultados experimentales de M. Belgrand, de que tanto se utiliza, y patentizamos finalmente (469) que si pudo hacerlo con provecho para sus teorías del hecho relativo á los cambios en el Éufrates observados, es porque con notoria equivocacion los dió á conocer M. Becquerel.

De esta suerte comprobadas nuestras conclusiones y rebatidas las de nuestros ilustrados adversarios nos creimos obligados á dar por suficientemente discutido este punto fundamental pasando á ocuparnos de, la *influencia de los montes en las manantiales*.

Para mas fácilmente conseguirlo empezamos por explicar (470) las diferentes vias subterráneas, por donde corren las aguas filtradas constituyendo el origen de aquellos, que clasificamos (473) en superficiales y profundos, continuos é intermitentes, escasos ó abundantes, de aguas potables ó nó, frias ó termales, medicinales, saladas, etc., y fundándonos (473) en la demostrada influencia de los montes en el suelo y en la distribución del agua llovida, de que aquellos son solamente un corolario, dedujimos teóricamente (474) que aumentan el caudal de los profundos y originan los superficiales contrariamente á lo que sucede en los yermos y en los campos, sin que con esto queramos significar que no puedan existir unos y otros sin los montes (475) y así mismo recordando la poca importancia que nuestros adversarios dan á los segundos, hicimos ver la sinrazon en que se fundan y la mucha que realmente tienen.

En comprobacion de nuestros asertos citamos (477) algunos casos, en que con la destruccion de los montes desaparecieron, otros en que se originaron ó reaparecieron los extinguidos con la repoblacion y al demostrar los errores, en que sobre este particular han incurrido M. Vallés (479) y M. Mathieu de Dombasle (482), dedujimos consecuencias comprobantes de nuestras conclusiones analíticas.

Pasamos enseguida (484) á ocuparnos de la importantísima *influencia de los montes en los torrentes é inundaciones*, cuyas mútuas relaciones y dependencia recordamos justificando la preferencia que dábamos en nuestro trabajo á los primeros mejor caracterizados.

No podíamos tratar esta materia sin seguir la senda en ella trazada por el ilustrado ingeniero M. Surell en su justamente celebrada obra especial y sin utilizar las teorías y preciosos datos que en ella se hacen constar; y así por consiguiente obramos, sin dejar por eso de discutir y criticar aquellos conceptos que juzgamos inexactos, al objeto de que los que consignáramos fueran espejo fiel de las mas sanas doctrinas; que si respeto nos merecen siempre los que como él dedicaron con pro-

vecho su talento y su experiencia al descubrimiento de tan importantes teorías, nuestra razón y nuestra conciencia se resisten á admitir sin discusión algunas de las que establecieron, á aceptar servilmente las premisas que sentaron y las consecuencias que en ellas fundándose dedujeron, como así claramente habrán nuestros benévolos é ilustrados lectores deducido al considerar el contenido de las precedentes páginas de este libro.

Perseverando en esta resolución y modificando algunas veces las ideas y expresiones del ilustrado M. Surell *definimos* (486) los torrentes, los ríos (488), ríos torrenciales ó torrentes ríos de Fabre y los arroyos, de que hace mención para patentizar sus relaciones; *describimos* (490) las tres regiones, en que con oportunidad dividió los primeros, *cuenca de recepción, canal de salida y lecho de depósitos*, examinando cuanto dice sobre el perfil longitudinal y la pendiente límite del lecho, á que no es consiguiente el régimen estable, como supone; *expusimos y discutimos* (493) las *causas originarias de los torrentes*, según Surell, demostrando que *la geológica, la topográfica y la climatológica*, que consigna, no se deben considerar como tales por ser solo *condiciones necesarias* (495) á su formación principalmente debida al descuaje *de los montes* ó que todo lo más pueden admitirse las cuatro con aquel carácter; *examinamos* (496) la *clasificación* que hace *de los torrentes* con referencia á su punto de partida y no hallándola enteramente aceptable propusimos (497) la que en nuestro concepto debiera sustituirla; lo propio hicimos (498) relativamente á la que funda en la edad *disutiendo* algunos de sus equivocados asertos y demostrando que los tipos señalados en el último concepto no dependen de aquella; no son consecuencia precisa y necesaria de la acción erosiva de la corriente, como asegura, sino de la que corresponde á la vegetación, que precisamente la modifica ó anula y finalmente para darnos razón de los daños que producen los torrentes empezamos (504) por explicar la acción de las condiciones necesarias, geológica,

topográfica y climatológica y en ésta las de la licuefaccion de las nieves (505) y fuertes aguaceros (506) espesando la cantidad de agua que suministraron los causantes de algunas memorables inundaciones y la estacion del año (otoño) en que mas frecuentemente ocurren (507); esplicamos la marcha sobre el terreno de las aguas ó los *torrentes en accion* para patentizar sus daños arriba y abajo (509), la fuerza que las impulsa y la fórmula con que se determina (510), demostrando (511) que el muy considerable gasto liquido de los torrentes explica perfectamente la poca duracion de sus caudales y las desastrosas inundaciones de los valles, en que desaguan, para terminar estos preliminares con la descripcion (512) de los daños que experimenta cada una de las regiones del torrente, los materiales por las aguas acarreados, las pendientes (514) en que se depositan y (515) el importe de las pérdidas por algunas inundaciones producidas.

Por la lógica arrastrados pasamos inmediatamente despues (517) á exponer los *medios de defensa empleados*, que dividimos en dos clases, colocando en la primera los que tratan de neutralizar las causas inmediatas, como son los muros, diques y movimientos de tierra y en la segunda los que tienen por objeto anular las mediatas ú originarias, como son la repoblacion herbácea y la arbórea.

Siguiendo el órden por M. Surell establecido, de los primeros nos ocupamos (518) dividiéndolos en los que son propios de la region superior ó cuenca de recepcion y los que deben utilizarse en la inferior ó lecho de desagüe, exponiendo para cada clase el fin que se trata de conseguir, los medios propuestos al efecto y los resultados obtenidos y que pueden esperarse, que no son por cierto, de ordinario, muy apetecibles, ya que, como dice M. Surell, solo son *dispendiosos paliativos mas propios para ocultar la llaga que para estirparla*.

Relativamente á los medios de la segunda clase expusimos (526) la accion de la vegetacion herbácea analizando y combatiendo la que le suponian los ilustres Gay-Lussac y Bousin-

gault para demostrar despues (527 à 530) analítica y sintéticamente que si el *descuaje de los montes produce los torrentes é inundaciones, su repoblacion es el medio mas eficaz y muchas veces único de extinguirlos.*

Examinamos (530) finalmente el método, fórmula utilizada, lugares de observacion y resultados obtenidos por los ilustrados forestales Jeandel, Bellaud y Cautegril en sus experiencias sobre la *influencia de los montes en las inundaciones*, demostrando que ni sus inconvenientes é inexactitudes son tantas como algunos de nuestros adversarios supusieron, ni sus coeficientes tienen el valor, que les han atribuido algunos partidarios de los montes, si bien ya tambien con ellos se indica la benéfica influencia, que en tal concepto les corresponde.

Para que nuestros benévolos lectores recordaran todas las verdades demostradas en tan largo estudio y conocieran la opinion de los mas ilustres físicos y algunos de nuestros mas decididos adversarios sobre la influencia importantísima de los montes en los hidrometeoros, oportuno creimos hacer de todo un breve resúmen dedicándole su artículo VI y último.

Con lo primero; con la reunion de aquellos pudimos deducir (541) que *«con los montes se presenta el agua, en la atmósfera y en el suelo en las condiciones mas apetecibles para egercer ordenadamente su mision importantísima, mientras que con los yermos y los campos de la region forestal lo hace en las mas propias para convertir en áridos desiertos las mas fértiles comarcas; que si aquella, decíamos, en justas proporciones es condicio-sine-qua-non de la vida, tambien causa de la desolacion y de la muerte, cuando desordenadamente se presenta en la atmósfera ó en el suelo.»*

Con lo segundo brevemente dimos á conocer (542) la opinion del eminente Humboldt, que resultó no ser contraria á la nuestra, aunque no la precisó tanto, ni la demostró bastante; que los ilustres Bousingault y Becquerel se hallan en caso análogo, por mas que unas veces perplejos se mostraron y otras fundaron sus razonamientos en equivocados conceptos; que si

bien el ilustre Gay-Lussac (543) no se manifiesta tan decidido partidario de los montes, tampoco sus creencias se oponen concretamente á las verdades que dejamos demostradas, aunque es de advertir que no se ocupó mucho de la cuestion, como así tambien le sucedió al ilustre Arago, que no tenia en ella un firme convencimiento; de manera que en vista de este exámen pudimos decir entonces (544) que relativamente á tal influencia de los montes, dudan los que bien no los conocen y tienen firme conviccion los que de cerca los observaron, aunque no siempre hayan acertado á darse razon de las causas, que producen tales efectos. Tambien digimos (544) que el ilustrado M. Mariè-Davy tenia una falsa idea de la influencia de los montes en la lluvia y distribucion de sus aguas por haber apreciado como buenos é indudables los absurdos resultados experimentales del ilustre M. Belgrand; que por no haber hecho de la cuestion un estudio detenido, ni apreciado en su valor los datos antes recogidos, el ilustre M. Surell dudaba que los montes tuvieran benéfica influencia en el clima y finalmente recordamos haber combatido la opinion de M. Vallés, que es contraria á la nuestra: despues de esto y en su vista pudimos clasificar (545) los físicos é ingenieros antes citados en tres grupos: uno compuesto de los que afirman (Humbold, Bousingault y Becquerel), otro de los que dudan (Gay-Lussac y Arago) y el tercero de los que niegan (Mariè-Davy, Vaillant y Vallés), con lo cual creimos dejar en lo posible los campos bastantes deslindados, para evitar que en lo sucesivo amigos y adversarios hagan, como sucede con frecuencia, citas inoportunas.

Para dar por terminado tan interesante estudio y ya que no nos era posible por falta de tiempo y de espacio dedicar un buen número de páginas á exponer la importancia del agua en la vida de los pueblos, cual era nuestro propósito primero, algunas palabras á este objeto dedicamos (546) recordando cuanto aprecio de ella hacian los antiguos, que indudablemente sentian su dependencia de los montes al suponer aquella

mansion de las ninfas, naiades y nereidas y poner bajo la proteccion de sus dioses los segundos; dependencia y relacion indudable, segun dejamos demostrado, que obliga á todos los gobiernos á considerar como uno de sus primeros deberes la buena conservacion de los montes y con mayor motivo que en ninguna otra nacion en España (548) tan frecuentada por los vientos del desierto y á que tanto ya se asemeja su clima por los incesantes cuanto irreflexivos descuages, que en ella cada dia se están imprudentemente ejecutando.

En el estudio quinto nos propusimos hacer patente la gran de importancia que los montes tienen por los cuantiosos é ir-reemplazables productos que á los pueblos proporcionan, y al efecto despues de dar (551) una idea general de su necesidad, de indicar que no son incompatibles (552) con el hierro y con la hulla y de exponer (553) el motivo, que nos ha inducido, bien apesar nuestro, á utilizar en esta discusion los datos que arroja la estadística francesa y no los propios de España, dimos á conocer el orden, en que de tan difícil materia nos ocuparíamos.

Siguiéndole, dedicamos el artículo II á hacer el paralelo entre la *madera y el hierro*, no solo para que de manifiesto quedara la importancia de la primera en la vida de los pueblos, sino tambien para demostrar que no era posible sustituirla con el segundo, como sin bastante conocimiento de causa pretenden los adversarios de los montes.

Empezando nuestra difícil tarea por el exámen crítico de lo que se observa en la *construccion civil* (554), pasamos despues (556) á ocuparnos de la *naval*, militar y mercante, consignando datos y consideraciones que abonan nuestras creencias y ponen muy de relieve la importancia en tal concepto de los montes; del mismo paralelo en los *ferro-carriles* nos ocupamos luego (565) y á las mismas consecuencias nos vimos conducidos por la segura mano del razonamiento y la experiencia; tambien aquellas comprobamos con el uso que de la madera y el hierro se hace en la *explotacion de las minas* (574), en los telé-

*grafos eléctricos* (578), en la *pipería* (578), en los *tutores ó emparrados* (581) en el *arte de la guerra* (582) y *otros usos* para venir á deducir (583) que el consumo anual de maderas en Francia, sin contar las correspondientes á las nuevas construcciones de vías férreas, etc., es por lo menos de 6.571,300 metros cúbicos, de un valor (584) de 700 á 800 millones de francos, no obstante ser tantas y tan importantes, en concepto de nuestros adversarios, las ventajas de la sustitucion de la madera por el hierro.

Pero con esto no quedaron satisfechos nuestros deseos de que la clara y esplendorosa luz de la verdad arroje sobre el caos, en que se ha tratado de envolver esta cuestion, sus vivísimos destellos y así para cortar á nuestros adversarios esas salidas ó *tangentes*, por donde con frecuencia se escapan, cuando á sus cargos concretos se les contesta destruyéndolos, ocupámonos despues (585) de la *produccion leñosa y especialmente de la maderable* en Francia, consignando datos interesantes y consideraciones incontrovertibles, que en evidencia ponen la importancia inmensa de aquella y del consumo, como son la marcha que han seguido los *precios* (590) y la *importacion y exportacion* (592), que aumentan cada dia, de manera que siendo aquella de 4  $\frac{1}{2}$  á 5 millones de metros cúbicos (596) aun la Francia necesita pedir al extranjero por valor de 140 millones de francos; de la *produccion de la fundicion y hierro* (597), que en 50 años ha decuplicado (598), sin que por esto baste tampoco á satisfacer las crecientes necesidades del consumo, pues su importacion tambien aumenta cada dia, habiendo ascendido en 1862 su diferencia con la exportacion á 42 millones de francos, para deducir de todo esto (599) que el hierro no puede sustituir la madera como suponen; que los asertos de nuestros adversarios son infundados y sus propuestas antieconómicas é inaceptables por todos conceptos.

Al mismo objeto demostramos tambien que la importacion permanente de productos forestales ni basta, ni puede satisfacer todas las necesidades; porque no alcanza (607) á las re-

giones continentales y por otra parte se despueblan rápidamente Suecia (601), Noruega y Rúsia (602); ni Alemania (602) podrá por sí sola atender á aquellas, y el Canadá (604), y Nuevo-Brunswick, los Estados-Unidos (607) y todos los grandes centros del comercio actual caminan á su ruina forestal precipitadamente, resultando (610) inadmisibile el argumento de la importacion, como lo es el ejemplo de lo que pasa en Inglaterra, de que dimos (611) algunos importantes detalles.

Para completar la materia, objeto de tan interesante artículo, oportuno creimos decir algo sobre la *composicion de la madera* (615) ocupándonos de la *celulosa* (616) y la *materia incrustante* en su relacion con las *condiciones* de tales productos; la influencia que en ellas tiene la época de la corta (619); los medios utilizados para su conservacion (620), como son el dejar á los árboles cortados las ramas, follaje y corteza hasta la primavera, cuando sea posible, el descortezamiento (622) total ó parcial en pié de aquellos, los cobertizos y almacenes (622) y la inmersion de las maderas (623) en el agua dulce, salada y vasa salobre y por fin brevemente expusimos (624) los procedimientos de *preparacion* del doctor Boucherie y Legé-Fleury-Pironnet indicando sus ventajas é inconvenientes.

Cumplido de esta suerte nuestro objeto en cuanto se refiere al paralelo entre la madera y el hierro pasamos á ocuparnos del correspondiente á la *leña y la hulla* dedicándole el artículo III del mismo estudio.

Empezamos (630) al efecto por recordar los tristes vaticinios, que Colbert hizo relativamente á Francia por la destruccion de sus montes y cómo nuestros adversarios los contradicen; expusimos despues brevemente (631) las condiciones del combustible vegetal; las ventajas é inconvenientes (632) que ofrece su carbonizacion; los diferentes sistemas (633) empleados para realizarla y el peso específico y potencia calorifica (638) de los combustibles, segun las experiencias de M. G. Brigs, preliminares necesarios para la mejor inteligencia de la cuestion que nos ocupaba y para poder desde luego deducir,

como lo hicimos (640), que las condiciones de la hulla permiten mas económico transporte ; pues siendo esto así y demostrando que el consumo de su creciente y ya enorme estraccion no ha disminuido el que antes tenia el combustible vegetal, claro es y evidente que aquella ventaja ha de ser anulada por las características del último en los usos mas importantes de la vida y que si aquel cada dia aumenta, no es á espensas del propio de la leña sino debido al que exigen las nuevas necesidades de la industria.

No pudimos examinar minuciosamente las preferencias que á una y otra clase de combustible dá el consumo en sus numerosos sumandos, por cuanto de ellos no teníamos datos fidedignos; pero como reduciendo nuestros razonamientos al de hogares y metalúrgia del hierro ya se hacia patente la importancia suma de los montes como productores de leña y la imposibilidad de sustituir ésta por la hulla y de aquellos factores del consumo, sino datos completos, disponíamos de los indispensables para fundar nuestras consideraciones, á ellos las redujimos.

Para el primer objeto y aunque colocándonos en condiciones contrarias á nuestro propósito, porque es sabido que en las grandes ciudades crucero de grandes vias de comunicacion de todo género es mayor y mas económico el empleo de la hulla que el de la leña y mas general la sustitucion de la segunda por la primera, elegimos los datos del correspondiente á París, que minuciosamente conocíamos (641); exponiéndolos (643) y discutiéndolos (644) dedugimos que apesar de ser mucho mas cara *allí* la calefaccion con la leña y el carbon que con la hulla, no ha disminuido, sino que por el contrario ha aumentado el consumo del combustible vegetal, aunque no tanto como la poblacion ni el de la última, como es inherente á las condiciones especiales de los centros productores respectivos, y así tambien que por aquel consumo juzgando el de la Francia entera se elevaría á 70.000.000 metros cúbicos de leña (645), es decir mas del doble de la que producen todos sus

montes, sin que á este déficit pueda atender la importacion (646), ni la hulla, de que con tal motivo sería necesario emplear 10 millones de metros cúbicos de los 11 que la Francia extrae cada año y finalmente manifestamos que en parte aquel se cubre, no sin grandes perjuicios muchas veces, con las leñas de los setos vivos y plantaciones lineales, con las de los árboles de ribera y frutales, con sarmientos, paja, etc., quedando no obstante comarcas enteras á la extrema miseria reducidas, como de Lagrave cuenta M. Surell y el ilustre Blanqui del valle de la Romanche, en que no disponen sus habitantes de otro combustible que escasa boñiga de vaca secada al sol, viéndose obligados á cocer con ella de una vez el pan que para todo el año necesitan y respirando siempre una atmósfera infecta y nausebunda. ¡Cuadro horrible que no quieren comprender nuestros adversarios sea debido á la completa tala de los montes frondosos, que en otro tiempo cubrieron las rápidas pendientes de aquellas hoy miserabilísimas montañas! ¡Cuadro tristísimo que puede contemplarse en muchos pueblos de nuestra desgraciada pátria, aunque por fortuna no tal vez con tan negros colores decorado! ¡Cuadro conmovedor que bastaría para que los mas encarnizados enemigos de los montes se declararan de ellos acérrimos partidarios, si pudieran observarle con detenimiento, si en su presencia de las importantísimas funciones de aquellos en la vida de los pueblos se ocuparan, en vez de hacerlo en muy distintas condiciones y sin haberle nunca examinado!.....

La importancia y necesidad del combustible vegetal y la imposibilidad de sustituirle con la hulla aun mas patentemente se demuestra al estudiar el empleo de uno y otra en la metalúrgia ferrera, como así se desprende de la discusion que á ello dedicamos (647) deduciendo (650), aun con muchos supuestos contrarios á nuestro propósito, ser en Francia á tal objeto necesarios 10.900.000 metros cúbicos de leña; de suerte que sumada esta cantidad con la correspondiente á hogares resulta un total de 86 millones de metros cúbicos ó sea tres veces ma-

yor que la cantidad producida por todos sus montes, cuya importancia en tal concepto aparece incuestionable, como lo es tambien (651) que los indicados supletorios no colman el déficit resultante.

Pero si la *sustitucion de la leña por la hulla* es imposible en atencion á las especiales condiciones de cada una, tambien lo es porque su extraccion no basta á satisfacer cumplidamente las necesidades de su especial consumo y así en efecto lo demostramos examinando la cantidad (651) de aquella obtenida en Francia en diferentes años, la importada y exportada (652), la que se extrae y consume en Inglaterra (652), la que en ella se considera existir hasta la profundidad de 4.000 piés de la superficie (653) y el tiempo, en que segun M. Gladstone, será consumida, para comprobar (654) despues tambien que en 100 ó 200 años los tristes vaticinios de Colbert, que nuestros adversarios contradicen, se verán desgraciadamente cumplidos no para Francia sino para todas las naciones, que no tienen otro medio de salvacion que prevenir con tiempo esta horrible catástrofe, mitigando sus efectos con la repoblacion de los montes descuajados, y finalmente hicimos ver que aunque la hulla fuera inagotable, siempre procedería aquella repoblacion para no ver sumidos los pueblos de extensas comarcas en la miseria espantosa, que hemos indicado hoy sufren Lagrave y pueblos del valle de la Rómanche, «*porque, como entonces decíamos, la calefaccion en nuestros climas es una de las primeras necesidades de la vida*» y ahora añadiremos que lo es en todos y mayor cuanto mas lo es el progreso de la industria.

Finalmente en el artículo IV del mismo estudio nos ocupamos brevemente de los beneficios, que á los pueblos reportan los montes con *otros productos*, tales como la *pasta de papel* (656) obtenida de la materia leñosa por diferentes procedimientos, que indicamos; la *azúcar*, (660) *fécula y bebidas espirituosas*, *aceite y gas para el alumbrado* (661), *ácido acético*, *mitilena y otros productos químicos y medicinales*, que en los

montes fácilmente tambien se obtienen; la *lana* (662) y *tegidos vegetales* conseguidos de las hojas de los pinos, al propio tiempo que sustancias y condiciones de bastante aplicacion en la terapéutica y los que se fabrican con el esparto (667), corteza del tilo y otras materias *textiles*, las *resinas*, los *tintes* (668), los *corchos* y *cortezas*, cuya importancia demostramos con curiosos datos, los *frutos* (673), la *caza* y la *pesca* y los *pastos y ramones* (673) que bien organizados pueden servir de base fundamental para el progresivo desarrollo de la industria pecuaria sin perjuicio de la forestal tan necesaria á los pueblos montañeses, en que á beneficio de todos aquellos, otras primeras materias y los saltos de agua, de que disponen, cuando se encuentra bien poblada de monte la region forestal, tantas industrias se originan dándoles vida y riqueza, á que contribuyen así mismo los beneficios que obtienen de las *rozas* (678) y *hojarasca*, cuando se utilizan con método y prudencia y de los *acarreos* y *operaciones* variadas consiguientes al *cultivo* y *aprovechamiento* de aquellos, que en todas las estaciones del año proporcionan á los habitantes trabajo lucrativo y con él salud y bienestar.

Sí, pues, los montes se apoderan del ácido carbónico y sustancias miasmáticas, que en el aire contenidas impropio le hacen para el desarrollo de la vida animal, cuando no sirven para destruirla bajo la forma de desoladoras epidemias, y le suministran el oxígeno, de efectos completamente contrarios, al propio tiempo que al hombre proporcionan en utilísimos productos convertidas aquellas sustancias deletéreas y detienen ó cambian la fuerza y direccion de los vientos, abrigando á los pueblos de sus perniciosas influencias á la par que los envían en las épocas mas calurosas brisas frescas y embalsamadas:

Si fertilizan los terrenos mas áridos con sus despojos, cubriendo y destruyendo con su precioso manto de verdura los focos de destructoras influencias y con aquel y sus entrelazadas infinitas raices evitan los arrastres de las tierras en pendiente y los temidos efectos de los aludes espantosos convir-

tiendo los lugares, donde tantos males se originan, en otros tantos centros de produccion y de riqueza :

Si por influencia propia y directa con gran provecho para el mejor desarrollo de los seres organizados mitigan los calores del verano y los fríos del invierno :

Si durante el primero aumentan la humedad del aire y consiguientemente el rocío bienhechor y en el segundo disminuyen aquella comparados con los campos y los yermos; si obran de una manera análoga en la cantidad de agua llovida y no porque sea con ellos mayor la intensidad de cada lluvia sino porque lo hace el número de días en que tiene lugar, evitando por lo mismo las sequías y los excesivamente fuertes aguaceros ; si abrigan los pueblos de los temidos efectos del granizo y distribuyen las aguas de lluvia y nieve de la manera mas conveniente, ya que favorecen la evaporacion y la filtracion y anulan la corriente superficial, si con ellos se originan los manantiales superficiales, se aumenta el caudal de los profundos y se extinguen los desoladores torrentes é inundaciones, que produjera el hombre con su imprudente descuaje :

Finalmente, si los montes suministran la madera, la leña y otros muchos productos, que en grande escala necesitan los pueblos para los usos mas importantes de la vida sin que puedan por ningun concepto sustituirse con el hierro y con la hulla y con su racional aprovechamiento y conveniente destino de sus productos se dá ocasion á numerosas industrias y trabajo continuado á todos los brazos é inteligencias en los pueblos de su region propia tan miserables, cuando aquellos faltan, como dejamos demostrado :

¿Será posible que haya quién pueda dudar de la importancia inmensa que los montes tienen en la vida de las naciones? ¿Habrá quién, *recordando cuanto llevamos expuesto*, deje de considerarlos como una condicion indispensable de su existencia?

No seguramente ; y si tal creencia algunos abrigaran todavía debido sería á que no hemos sabido evidenciar la verdadera influencia de los montes, no ya en el incompleto bosquejo

anterior, no ya en el resúmen que le precede, sino en el desarrollo de las teorías, con que tantas páginas hemos ocupado; que así sucediera no lo estrañaríamos, porque cuando se trata de resolver una cuestion tan difícil y compleja, que dejaron pendiente y embrollada los mas eminentes físicos, no podíamos esperar nosotros, pigmeos en la ciencia, llegar en ella á término feliz; pero si aquello no hemos conseguido, si tal vez plantear esta parte del problema en la forma necesaria, aclarar muchas dudas y destruir las principales objeciones de nuestros ilustrados adversarios; continuemos, pues, esta enojosa tarea y amplíemos con algunas consideraciones generales nuestros precedentes razonamientos, que ni uno ni otro trabajo ineficaces han de ser sin duda para el mayor esclarecimiento de la verdad, que amigos y adversarios tanto anhelan.

## II.

Repetidas veces hemos consignado anteriormente que *ni todos los montes tienen idéntica influencia, ni tampoco cada uno igualmente la ejerce en todas situaciones*; es por lo mismo necesario que algo digamos sobre estos particulares, con tanto mayor motivo cuanto que amigos y adversarios los han olvidado con frecuencia en la discusion del difícil problema que nos ocupa, dando ocasion á encontradas exageraciones, que oscureciendo la verdad les han impedido llegar unánimes á su reconocimiento.

Ahora como siempre tropezaremos en la discusion con los infinitos obstáculos consiguientes á la característica variabilidad de los datos, en que debemos fundar las consideraciones, que á la solucion del problema nos han de conducir; porque es notorio que las condiciones de los montes y las de las comarcas, á que puede pretenderse aplicar nuestras conclusiones,

varian al infinito haciendo imposible sintetizar de manera que las consecuencias deducidas sean absolutas; así, pues, debemos advertirlo, el que tomándolas en tal sentido las aplique sin tener en cuenta las propias del lugar, y del resultado que observe en uno quiera deducir sin mas exámen el valor de nuestras doctrinas, dando una prueba de no haber entendido el problema que trata de resolver, mucho se expone á incurrir, cuando no en errores funestos, en exageraciones inconvenientes; no esperamos sin embargo que así procedan nuestros benévololectores, por lo que y contando con que su ilustracion colmará los vacíos, que precisamente hemos de dejar en esta complicada discusion y porque el tiempo y el espacio limitados, de que disponemos, nos apremian, pocas páginas á ella dedicaremos.

Para mas facilitar tan árdua empresa, haciendo caso omiso de los montes medios, empezaremos por considerar la diferente influencia de los altos y bajos regulares, es decir, suponiendo unos y otros en el estado á que la aplicacion de los sanos principios dasonómicos pueden conducirlos y algo diremos despues sobre la que corresponde á los primeros, segun que se hallen poblados de especies de hoja perenne ó de hoja caduca; conseguido este objeto indicaremos la que puede atribuírseles cuando se encuentran en el estado, á que les ha conducido su arbitrario y desordenado aprovechamiento y muy principalmente la falta de espesura y el empobrecimiento del suelo, para terminar la primera parte de esta discusion con algunas consideraciones generales y complementarias sobre todos ellos en su relacion con los campos y los yermos de la region propiamente forestal, y así despues por la influencia que á los últimos y á los montes preferibles pueda corresponder en las distintas regiones de cada comarca vendremos á deducir la que á montes debe destinarse, con lo que quedará resuelto el problema en sus dos partes esenciales.

Destinado principalmente el *monte bajo* á producir leñas por el brote de sus cepas, necesariamente ha de sugetarse á un

turno corto exponiendo con frecuencia el suelo á su empobrecimiento con el arrastre de las hojas por los vientos y las aguas y á la sequedad y endurecimiento de sus capas superficiales por la accion directa de la lluvia, del sol y de los vientos, todo lo que favorece la poca espesura y ninguna cubierta de sus cepas en los años siguientes á sus frecuentes rozas; su vuelo tampoco alcanza grande altura, ni el crecimiento medio anual por hectárea la cifra que á los montes altos de idénticas condiciones corresponde, como la experiencia lo tiene bien acreditado y puede verse en todas las tablas de productibilidad de ella deducidas: segun las publicadas por Hartig en 1858 el crecimiento medio anual por hectárea de un robledal de suelo mediano es: *en monte bajo* al turno de 20 años de 2'420 metros cúbicos, á los de 30 y 40 de 2'054 y *en monte alto* á los turnos de 120-160 y 200 años de 4'235, 4'356 y 4'235 metros cúbicos respectivamente, es decir casi doble que en aquel.

Propónese principalmente en el *monte alto* obtener maderas de construccion y siendo preciso para ello sugetarlos á largos turnos, el suelo no queda con la misma frecuencia expuesto á ser empobrecido por los agentes erosivos y endurecido por la accion directa de la lluvia, del sol y de los vientos; pero hay mas, el brinzal se desarrolla en sus primeros años protegido por los árboles, que produgeron la semilla, de que procede y crece en espesura durante períodos mas que seculares, abrigando siempre el suelo y enriqueciéndole continuamente con sus despojos, de manera que no es de estrañar se encuentre en ellos cubierto de una gruesa capa de mantillo, de que forma siempre parte una de humus de bastante espesor; las claras periódicas no rompen esta benéfica espesura sino en cuanto es indispensable para el mejor desarrollo de los árboles y asi mutuamente protegidos llegan á la edad mas avanzada lozanos y robustos alcanzando pronto mayor altura que los brotes de las cepas en los montes bajos y despues la muy considerable, que ha dado nombre á este método de beneficio, que así mismo, como queda dicho, dá mayores productos anuales.

Estas solas indicaciones bastan para comprender que la influencia de unos y otros no puede ser la misma; que la de los segundos ha de ser notablemente mas benéfica que la de los primeros; porque en efecto: ¿No la tienen en la descarburacion y desinfeccion del aire proporcionalmente á la materia leñosa que en un tiempo dado proporcionan? ¿No obran en los vientos en razon de su elevacion y su espesura? ¿No es su influencia en el suelo dependiente de los despojos que le suministran, de la sombra que en él proyectan, de la cantidad y dimensiones de sus raices y de los movimientos que le imprimen por los de sus copas elevadas? ¿No influyen en la temperatura del aire por sus acciones referidas, por la humedad que en el suelo mantilloso guardan para trasmitírsela á la admósfera con la exalacion de sus hojas y por la frescura de la inter-arbórea, que es tanto mayor cuanto mas lo es su masa? La influencia que en todos los hidrometéoros y en la distribucion de sus aguas tienen, ¿no depende siempre de las acciones indicadas como preponderantes en el monte alto?; pues, si así sucede, son indudables sus ventajas sobre el *bajo* en tal concepto. No lo es menos que les corresponde la exclusiva cuando á unos y otros se mira bajo el punto de vista de los productos maderables; en el de los leñosos á combustible destinados la conservan en cierto modo y si así no sucede en todos los demás productos, no son estos de decisiva importancia, cuando se abraza el problema en toda su generalidad; **el monte alto es, pues, preferible al monte bajo cuando uno y otro se consideran en sus relaciones con la vida de las naciones**, por la influencia que en la higiene, en el clima, en la distribucion de las aguas y en la riqueza de los mismos les corresponde respectivamente.

Es evidente, que no siendo iguales las condiciones de todas las especies leñosas en la cantidad de productos que proporcionan, en su cubierta y espesura que exigen para su mejor desarrollo, en las dimensiones que sus tallos y raices alcanzan y la profundidad á donde llegan las últimas, ni en la cantidad y calidad de los despojos que al suelo proporcionan, no puede

ser tampoco idéntica su influencia; pero no es posible espresar en términos generales tales diferencias y si algo mejor puede indicarse la que corresponde á la sola condicion de la caducidad ó permanencia de las hojas; porque es indudable y notorio que las especies, que de ellas en el invierno se desprenden, no podrán, como las que en él las conservan, abrigar las comarcas de los vientos fríos y dejarán llegar al suelo mayor cantidad del agua entonces llovida; pero como al propio tiempo sus hojas en el período de la vegetacion activa presentándose mas tiernas y frescas exhalan mayor cantidad de agua, ha de ser con ellas mayor la benéfica influencia en la temperatura de este período y tambien la que en la humedad del aire y las lluvias á las de hojas persistentes corresponde; por consiguiente, segun que en una comarca mas dominen unos ú otros perjuicios, así para ella, en igualdad de las demás condiciones y de posibilidad, deberán ser unas ú otras especies preferidas.

Los que conociendo el estado lastimoso de muchos de nuestros montes hayan leído las páginas de este libro sin hacerse cargo de que nuestras consideraciones no se referian, ni podian referirse á lo que son aquellos, sino á lo que debieran y podrian ser, no pocas veces nos habrán calificado de visionarios considerando aquellas todo lo mas aplicables á los húmedos países del norte y tropicales, pero no á esta tierra seca y tostada por los vientos del Desierto; ¿cómo, se habrán dicho, (haciendo referencia á esos vastísimos enebrales ó brezales, yermos y eriales donde solo aparecen algunos pinos, algunos robles, algunas encinas, algunas hayas ó algunos pinabetes que pasan una vida miserable y trabajosa) los montes pueden descarburar el aire mas que los campos de la vega, abrigar á los pueblos de los huracanes mejor que los olivares y algarroberales, enriquecer el suelo, mejorar la temperatura y las condiciones de humedad del aire, hacer desaparecer las sequías, que consumen las cosechas y los torrentes é inundaciones que denudan cada dia las montañas y asolan nuestros pueblos y nuestros mejores campos convirtiéndolos en estériles y cascajosas ramblas y

producir tantos y tantos beneficios como se les atribuyen?.....

Ciertamente que habria sido en nosotros locura imperdonable establecer siquiera semejante paralelo; *ni con los montes regulares hemos comparado los campos de su region propia; que en ella queremos verlos siempre aunque regenerados por la benéfica influencia de aquellos*; si tan solo nos hemos referido á los que en la region de los primeros nada producen mas que ruinas y miseria y á los yermos y eriales que en ella son inmediata consecuencia del descuaje de los montes, de la irracional extension de los cultivos fuera de los límites de su region: los campos y los montes no son no, como algunos se figuran, encarnizados enemigos; son por el contrario dos importantísimas riquezas tan solidarias y mutuamente dependientes, que no puede prosperar la una si la otra se destruye y juntas guardan las mismas relaciones con la industria en su mas lata significacion, con la prosperidad de las naciones, que de la armonía en todas aquellas se desprende, como la consecuencia incontrovertible del razonamiento é indubitadas premisas.....

Lo repetimos; no nos hemos referido, ni referirnos podíamos á esos montes destruidos, que por estarlo, por haber perdido las condiciones que de base sirvieron á nuestras consideraciones, no pueden incluirse en las consecuencias deducidas: tampoco lo hacíamos á otros muchos montes, que en España se encuentran, aunque no á tan miserable estado reducidos, empobrecidos en su suelo y en su vuelo, en que no masas continuadas y regulares se aperciben sino el desórden consiguiente á los viciosos aprovechamientos y servidumbres anómalas, á que han estado y continúan sugetos y de que son víctimas: en ellos sin embargo ya se ven indicios de la benéfica influencia para los montes regulares demostrada, porque, si la confusa mezcla de las edades, si las irregularidades en la espesura de sus rodales, si la falta en el suelo del mantillo, que le sustrajeron, no permiten obtener de ellos tan fácilmente ni tantos productos leñosos como en aquellos, ni presentan á los vientos y á las lluvias esas masas compactas y homogéneas que tanto en ellas in-

fluyen, ni á las aguas que al suelo arriban capas tan esponjosas que detenerlas puedan desde luego ó las obliguen á una inmediata filtracion anulando la corriente superficial, es sin embargo indudable que obrarán en el sentido que hemos dicho correspondia á los montes regulares proporcionalmente á la semejanza que con ellos guarden en las condiciones fundamentales de la compleja influencia que dejamos demostrada; y por lo mismo que los montes españoles no producen tantos beneficios, como hemos dicho á los regulares corresponden; por lo mismo que esta nacion infortunada mas que ninguna otra necesita de esas condiciones y productos, no siendo como no es imposible conseguirlos, no ya en verdad sin grandes esfuerzos, es por lo que hemos creido oportuno ponerlos en evidencia, para que comparando lo que hoy son con lo que ser pudieran y debieran nuestros montes, comprendan todos de que si nuestra nacion se vé mas pobre y miserable cada dia, no es porque Dios la condenara en su origen á tan fatal destino, sino porque á él la condujeron los pasados y presentes desaciertos de sus habitantes y la falta de energía en los buenos propósitos ó la ignorancia de los que hasta ahora no solo no han procurado aprovechar racionalmente sus condiciones naturales para regenerarla, sino que de continuo y probablemente sin quererlo ni sospecharlo, mas ahondaron cada dia el abismo, que nos separa del bienestar y la abundancia, del fin que por otros medios mas dispendiosos y menos convenientes todos parece desean conseguir, cuando tan fácil sería empezando por devolverla las condiciones de fertilidad que tanto necesita y que solo pueden procurársele haciendo que los montes y los campos regenerados ocupen sus regiones respectivas en lugar de mirarlos como hasta ahora con un desden é indiferencia incomprensibles é injustificables.

Al demostrar la influencia de los montes en el suelo, en la temperatura del aire y en los hidrometeoros ya hicimos ver la perniciosa que en ellos tienen los campos y los yermos de la region de aquellos; ahora por lo mismo solo nos falta comple-

tar el paralelo con algunas consideraciones generales relativas á la que pueda corresponderles en el aire y sus corrientes y por los productos que proporcionan comparados con los montes regulares.

Hemos dicho que la descarbonacion del aire está en razon de la materia leñosa fijada en los tegidos; por lo tanto, si los campos á que aludimos dieran á igualdad de superficie tantos productos como los buenos de la region agrícola, no podríamos decir que en tal concepto tuvieran sobre ellos ventaja los montes regulares; pero como no sucede así por ser su produccion muchísimo menor en los primeros que en los segundos, aquella ventaja es indudable y con mayor motivo cuando los montes se comparan con los yermos, que apenas nada producen.

La diferencia en el modo de obrar unos y otros en la desinfeccion del aire y en la accion de sus corrientes es mas notoria todavía; porque dependiendo de la altura y resistencia de las masas vegetales, no es comparable la que ofrecen los montes altos regulares con la raquíta de tales campos y la nula de los yermos.

Bajo el punto de vista de la importancia de los productos tambien es indudable la ventaja de los montes sobre los yermos y los campos y fácilmente esto se comprende cuando aquellos se comparan con los últimos; pues que estos no solo dan pocos y medianos productos de ordinario, sino que solo se consiguen durante un corto número de años con penosos trabajos frecuentemente esterilizados, ya por el arrastre de las tierras con las aguas, ya por extremadas sequías, ya por las nubes tormentosas, que sobre ellos descargan el granizo: si el paralelo se hiciera entre los yermos y los campos con los montes bajos regulares y los altos, que no hallándose en tan apetecible estado conservan sin embargo bastante vuelo, para que puedan llevar el nombre de montes mas bien que el de yermos ó eriales con algunos árboles esparcidos, no seria difícil deducir que los últimos aventajan á los primeros, aunque no en tan alto grado como hemos indicado lo hacian los *montes*

*altos regulares; á estos, pues, por todos conceptos corresponde la preferencia; los bajos regulares les siguen y los altos de poca espesura y productos les suceden, como fácilmente se deduce de lo expuesto.*

Indiquemos ahora la situacion en que deben los primeros conservarse ó establecerse para que sin perjudicar otros intereses nos proporcionen los beneficios, que hemos dicho de ellos podemos y debemos esperar.

Los montes descarburan el aire en todas partes y mas allí donde mayor sea su crecimiento; pero como esta funcion tambien la desempeñan los vegetales á la agricultura destinados y donde estos bien se desarrollan mayores rentas nos proporcionan, no exige tal influencia que á aquellos dediquemos los suelos, que á los campos con ventaja podamos destinar.

No está en el mismo caso la accion, que á cada uno corresponde en los vientos perniciosos; así para defender de sus efectos á los pueblos y los campos hemos de utilizar la que para los montes dejamos demostrada; ésta sin embargo no es igual en todas situaciones y fácilmente se comprende que en las mesetas y divisorias ha de ser tal accion mas provechosa, y como en ellas por otra parte los campos de ordinario no prosperan, terreno es que á los montes corresponde, cuando la extension y especiales condiciones de suelo y clima de las primeras no exigieran compartirla de manera que con fajas de abrigo convenientemente colocadas en sus limites al cultivo ó á los pastos naturales sus partes medias se destinaran.

En las grandes planicies no puede utilizarse tal recurso contra los vientos excesivamente frios ó en demasia cálidos, los muy secos y los muy húmedos, los huracanados y los cargados de miasmas, que tantos perjuicios á los pueblos ocasionan, ya extremando las temperaturas estacionales, ya la humedad del aire por exceso ó por defecto, ya haciéndole insalubre, ya tronchando ó derribando las cosechas; pero como siempre en ellas se pueden elegir los suelos menos fértiles para dedicarlos á la vegetacion arbórea en fajas, que proporcionando á los pueblos

los productos maderables y leñosos, que tanto necesitan, les libren de aquellas funestas influencias; cuando no se considere preferible el empleo de los setos vivos, podría utilizarse de aquel medio sin mermar los terrenos propiamente agrícolas.

Si en tales planicies ó en las costas existieran dunas, landas, estepas ó eriales de cualquier género, que económicamente no pudieran fertilizarse por los procedimientos que enseña la Hidráulica ó el cultivo agrícola, nada más racional y conveniente que hacerlo cubriéndolos de montes apropiados y siempre en todo ó parte si aquéllos procedimientos no les privaran del desarrollo de miasmas, que á mayor ó menor distancia fueran á producir sus efectos perniciosos, como sucede, por ejemplo, á los terrenos pantanosos destinados al cultivo del arroz.

Por grande que sea la importancia que los montes tengan en la vida de los pueblos por su influencia en la temperatura del aire, tal vez nunca será necesario conservarlos ó establecerlos especialmente destinados á conseguir este objeto, cuando por su medio se haya procurado satisfacer á todos los demás, que hemos demostrado con ellos solamente se consiguen: de manera que en la discusión de las regiones esta influencia solo puede servir para corroborar las ventajas, que sobre los yermos y los campos de los montes podrán obtenerse en determinadas situaciones y muy especialmente en los terrenos pobres de los llanos, no léjos de los pueblos; en las pendientes meridionales; en los suelos que fácilmente adquieran temperaturas extremadas por su color ó consistencia y en todas aquellas en que por las especiales condiciones del clima sea necesario aprovechar su acción moderadora directa, además de la térmica que corresponderles pueda por la que tienen en los vientos.

Una cosa análoga pudiéramos decir con referencia á su acción benéfica en la humedad, el rocío, las nieblas, nubes, lluvia, nieves y hasta en el granizo; pues es indudable que cuando hayamos atendido á conservar y mejorar los suelos pobres del llano y los que en las pendientes están más expuestos á los agentes erosivos, procurando detener la marcha de los vientos

secos y condensar, digámoslo así, los que se presentaran cargados de humedad, dominando al efecto las alturas y cubriendo las pendientes con espesas masas forestales, habrémos también conseguido aquellos objetos por ser en tales situaciones donde mejor pueden ejercer su benéfica influencia, como fácilmente se comprende teniendo presente las razones, en que fundamos la demostracion de aquella.

Las antes aludidas influencias, si indican las condiciones de la region propiamente forestal, no la determinan de una manera tan clara y manifiesta, como se consigue discutiendo la que los montes tienen en la distribucion de las aguas y consiguientemente en los manantiales y los torrentes é inundaciones, además de la que les corresponde en los aludes; por esta razon á ellos y á la fertilizacion de los terrenos pobres ó insalubres rebeldes á la vegetacion agrícola, como algunas landas, dunas, estepas y eriales principalmente se atiende en la fijacion legal de los límites de cada region, como ya hemos dicho (pág. 162 nota) se halla prevenido en Francia desde 1859 y mas ó menos explícitamente en todas las naciones, que de tan importante cuestion se han ocupado.

En efecto; no produciéndose los aludes mas que en las pendientes escarpadas y en las rápidas de los suelos muy friables, es claro y evidente que solo en ellas los montes pueden evitar su formacion ó detenerlos en su origen; y así no otros terrenos deben con motivo de semejante influencia entrar á formar parte de la region forestal, ni para demostrar la necesidad de en ella incluirlos, puédense alegar en todo caso las ventajas, que en tal concepto tienen los montes sobre los yermos y los campos.

Las que en el artículo V del estudio cuarto demostramos les correspondian por su influencia en la distribucion de las aguas de lluvia y nieves, tampoco las ofrecen en el mismo grado en los llanos y mesetas que en los suelos en pendiente: en los primeros y segundas ó no existe ó es muy escasa la corriente superficial y por lo tanto aquella tiene lugar, desaparecen las aguas, que á la tierra llegaron, por evaporacion ó por filtra-

cion; la primera será tanto ó mas considerable en los campos y los yermos que en los montes, pues si bien no obran en la *física y fisiológica* en la escala que estos, en mucho mayor grado lo hacen por la *directa*, cuando de agua se hallan cubiertas ó bien provistas sus capas superficiales, como se deduce de las experiencias y consideraciones que en el artículo I del mismo estudio consignamos; la segunda, es decir la filtracion, pueden los montes aumentarla; pero seguramente esto no tendrá importancia sino cuando próximas á la superficie existan en el suelo capas impermeables y por circunstancias especiales de la localidad no tengan aplicacion los procedimientos que enseña la Hidráulica agrícola; de manera que, en tésis general, *bajo tal concepto* no pueden atribuirse grandes ventajas á los montes sobre los campos y los suelos desnudos en los llanos y mesetas.

No sucede lo mismo cuando se trata de los suelos en pendiente, porque entonces la corriente superficial adquiere la inmensa importancia, que bien claramente indica la formacion de los torrentes é inundaciones, cuando en ellas no obra la vegetacion leñosa en las escarpadas y rápidas ó la herbacea en las suaves; y como al anular ésta, y muy especialmente la primera, tan perniciosas corrientes sus aguas se filtran ó evaporan favoreciendo los manantiales y combatiendo la sequedad del aire, al propio tiempo que evitan la denudacion de tales suelos, el arrastre de sus tierras y los perjuicios inmensos que aquellos á los pueblos ocasionan, mientras que los yermos y los campos los agravan obrando en sentido completamente contrario, indudable es que en la region forestal deben comprenderse en primer término los suelos en pendiente, á fin de que léjos de enviar á la propiamente agrícola esas destructoras masas de distintos materiales y de agua, que completan los daños de las sequías extremadas, la proporcionen los benéficos arroyuelos, los tranquilos y constantes caudales de aguas cristalinas, primera condicion de una agricultura é industria florecientes, primera tambien que España mas que ningun otro país necesita para verse regenerada y rica.

Pero, se nos preguntará, ¿cuál es la pendiente límite que los suelos deben tener para que puedan con provecho destinarse á monte, á prados naturales ó á cultivos especiales? Véase una pregunta á que es imposible contestar en tésis general, porque tal límite varía con las condiciones climatológicas, topográficas y geognósticas de los lugares en las infinitas combinaciones de sus distintos grados y de las necesidades, que se pretende satisfacer; pero teniendo en cuenta la accion, que á cada uno de aquellos destinos corresponde, no será difícil en cada caso particular resolver con acierto lo mas conveniente y de aquí la imprescindible necesidad del estudio prévio de las localidades; en vano, pues, intentaríamos consignar pendientes arbitrarias, que si para unos lugares podrian servir de tipos admisibles, absurdos para otros resultaran, y así encontramos preferible no fijar ninguna.

Finalmente, bajo el concepto de la necesidad que los pueblos tienen de los productos, solo creemos oportuno manifestar, que como ya con los montes destinados á proporcionar las precedentes influencias podrá aquella satisfacerse, con ayuda de las plantaciones de ribera y supletorios, no será de ordinario preciso crear á tal objeto montes especiales con el carácter de pública utilidad, ó todo lo mas algunos pocos en los suelos menos aptos para la agricultura, porque los centros de consumo se hallen muy distantes de los naturales de la produccion leñosa, en cuyo caso siendo la ventaja en la renta la que ha de decidir, entran en el dominio de la especulacion privada.

De todo lo expuesto se deduce : que la **region propiamente forestal** (comprendiendo en ella los terrenos *que necesariamente han de conservarse bien empradizados*) debe componerse de las laderas, lomas y mesetas de las montañas, en cuanto sea necesario para evitar la accion funesta de los vientos y las aguas; de las dunas, landas estepas y eriales de las costas y grandes planicies, en cuanto preciso sea para evitar á los pueblos su influjo pernicioso ó darles así condiciones de productividad y en las últimas, en caso necesario, los precisos y me-

nos aptos para la vegetacion agrícola, en que puedan con notoria ventaja establecerse fajas de abrigo á los pueblos muy perjudicados por vientos pestilentes ó extremados; ó mas en general: todos los terrenos que no sirvan al cultivo agrario de una manera permanente; los que sirviendo sean focos de infeccion y finalmente aquellos otros que sea indispensable cubrir de monte para evitar á los pueblos cuantiosos y patentes perjuicios.

Cuando esta region se viera bien cubierta de montes altos regulares intercalados con ricos pastaderos, unos y otros racionalmente aprovechados y con conocimiento de causa utilizados sus abundantes productos amparando con su benéfica influencia los campos inmediatos; cuando estos en su consecuencia pudieran disfrutar de aguas abundantes en todas las estaciones, sin temer los perjuicios de las torrenciales, del granizo, de los huracanes y las heladas extemporáneas, á la par que contarán con los abundantes y fertilizantes estiércoles, que solo una ganadería floreciente puede proporcionar y brazos robustos que de ellos cuidaran sin la traba de la falta de capitales ni de consumo, ya que aquellos y éste se encontrarían en la comarca misma ó en las próximas; cuando el comercio de sus muchos y variados productos y los de las numerosas industrias consiguientes á la abundancia de económicas fuerzas motrices y primeras materias motivara las vias de comunicacion, que por otra parte tanto facilitan la constancia en el caudal de los rios, la seguridad de los caminos ordinarios y la baratura de los productos maderables y combustibles al propio tiempo que el progreso en la industria ferrera, que tambien allí encuentra todas las primeras materias y las mejores condiciones, con lo que en ellas sería mas que en ningunas otras económico el establecimiento de las vias férreas; cuando consiguientemente á esta fausta combinacion en los valles y las vegas de las comarcas montañosas pululara esa poblacion activa, robusta é inteligente que mas que en las grandes planicies allí puede encontrarse; cuando todo esto se consiguiera, como po-

dría conseguirse con la regeneracion de los montes en su region propia y la consiguiente de los campos por ella protegida y amparada; *¿podríamos decir que las montañas, de que principalmente se compone, son pobres porque deben serlo? ¿podríase en duda poner la grande, la inmensa importancia de los montes en la vida de las naciones por la benéfica é irreemplazable influencia que tienen en las condiciones higiénicas, climatológicas y económicas de los pueblos?..... no seguramente.*

¿Se puede atribuir con justicia la tala de los montes en su region propia á *los progresos de la civilizacion ó á una adelantada*, como tantas veces equivocadamente lo han hecho amigos y adversarios, al considerar que con ellos la agricultura, la industria y el comercio fácilmente se elevan al apogeo de su prosperidad, mientras que sin ellos el silencio de la miseria y las ruinas de la montaña y de la vega á la vista se presentan como padron de vergüenza y de ignominia que dice á la sana razon: *por aquí pasaron huestes vandálicas é inhumanas precedidas del hacha y de la tea destructoras y seguidas de generaciones codiciosas é ignorantes, que legaron á sus hijos la terrible alternativa de morir de hambre, de frío y de tedio en su patria ó emigrar á lejanas tierras á mendigar el sustento de su vida sacrificando á una necesidad de la materia el mas característico sentimiento del pueblo montañés, su entrañable cariño al suelo pátrio?*

¿Tiene la civilizacion por ventura la triste mision de convertir el Eden en un desierto inhabitable?

¿No es mas bien la ignorancia, la codicia, la venganza y todas las malas pasiones de los hombres las que así proceden y tales resultados pueden producir? No; no es civilizacion la que destruye; es la que respetando las sábias leyes de la naturaleza las utiliza mejorando las condiciones de existencia de los pueblos.

### III.

Fállanos para completar la demostracion de la primera tésis general, objeto esencial de esta parte de nuestro libro, considerar los *montes en sus relaciones con la moral de los pueblos*; por lo que para colmar este vacío á tan árdua empresa dedicaremos el presente artículo; mas como no solo no tenemos la loca y vana pretension de haber descornado el velo misterioso, que oculta á la limitada inteligencia humana las relaciones, que existen entre la física y la moral, sino que por el contrario la creemos de imposible realizacion, ya por su propia naturaleza, ya porque en los efectos, que están á nuestro alcance, interviene la accion moderadora de otras causas y muy especialmente la educacion religiosa, política y social de los mismos pueblos; como no tenemos datos indudables de hechos positivos y bien determinados, de que pudieran deducirse consecuencias concluyentes, ni mucho menos la competencia necesaria para tratar tan difícil materia sin aparecer para algunos como partidario de un impropcedente materialismo, de que estamos por fortuna bastante apartados, nos dispensarán nuestros benévolos lectores que solo consignemos algunas consideraciones generales basadas en las influencias demostradas y la que á los montes puede en aquel concepto corresponder, porque aumentando la belleza del paisaje y poniendo en evidencia cada dia las leyes armónicas de la naturaleza mejoran las facultades y ensanchan la órbita de los mas puros sentimientos del corazon humano.

Que aquellas relaciones deben existir, es indudable, y no es para convencerse de ello necesario apelar á penosos estudios y meditaciones; basta recordar las sensaciones experimentadas en las distintas situaciones, en que en su vida haya podido en-

contrarse el observador y las personas que íntimamente conoce y el influjo que su mas ó menos continuada accion haya tenido en las condiciones características de cada uno.

En efecto, ¿quién al respirar un aire en demasía carburado ó excesivamente cálido y seco, ó al verse azotado por una corriente de este huracanada no ha sentido correr por sus venas la ardiente sangre del irascible, predisponiéndole mas á la inmotivada agresion que á la cristiana caridad; mas á la desesperacion del impotente y á la incredulidad ó la duda del que torpemente juzga la obra de Dios por el mal que siente sin comprender que es solo consecuencia de los vicios ó defectos de los hombres, que á la fé, á la esperanza y al reconocimiento de los atributos del poder, bondad y misericordia infinitas de Aquel?

¿Quién al contemplar una y otra vez destruido el fruto de su trabajo por los huracanes, por las sequías extremadas, por el granizo, por los torrentes é inundaciones; al verse con frecuencia atormentado por malignas intermitentes, por el hambre y la miseria y en la imposibilidad de defenderse de los frios del invierno, en su desnudéz y desamparo al elevar su vista al firmamento no lo ha hecho mas con injusta animosidad que con la humildad y mansedumbre, de que nos dió ejemplo el divino Redentor en su agonía, á no tener con sus doctrinas completamente domadas las humanas pasiones?.....

¿Quién que al dirigir su vista desde la cúspide de una montaña haya contemplado sus desnudas pendientes surcadas de rocosas torrenteras; el valle ó la vega cubierto de estériles depósitos; seco el cauce del rio que en otro tiempo corría por su medio y derruidos los edificios, que albergaron sus habitantes, que en número reducido se ven andrajosos y miserables discurrir macilentos por los eriales, mas que campos, del valle ó conduciendo por la montaña algunos ganados extenuados por el hambre y la fatiga; que en último término descubre una extensa planicie agostada en flor por la sequía y, al propio tiempo que contempla este cuadro de miserias y desdichas, se

ve atormentado por los rayos de un sol abrasador, que ninguna sombra mitiga, que tiene seca su garganta y no encuentra una fuente cristalina, donde pueda refrescarla..... quién, decimos, en semejantes circunstancias no siente oprimido el corazón y un vehemente deseo de alejarse cuanto antes de un lugar, cuya vista solo desaliento, cansancio y mal humor puede inspirar?

Pues bien; si el observador tiene paciencia y continua algunas horas mas en el punto elegido, verá como por encanto cambia el aspecto del paisaje: la blanca nubecilla, que en el pico mas elevado de la montaña opuesta se descubre, lo anuncia de una manera inequívoca y por eso los pobres montañeses azorados recogen sus ganados y se preparan á disminuir en lo posible el mal que les aguarda; véaseles como observan la forma en que se extiende aquella por la montaña; con que atención estudian los movimientos impacientes y el triste balar de sus ganados y como con el corazón oprimido pretenden deducir de las señales precursoras de la tormenta que les amaga su intensidad para tomar las medidas necesarias, á fin de disminuir el daño que esperan poniendo á salvo sus personas y pocos intereses muebles.

. . . . .  
Cúbrese el firmamento de negros nubarrones; los truenos y relámpagos aumentan en número é intensidad á cada momento; la lluvia empieza mezclada con la piedra y ésta se precipita despues de una manera terrible destruyendo las plantas, esperanza de los pobres montañeses; pero las nubes distintas, que la produjeron, ya en una se han convertido; los truenos y relámpagos cesan ó disminuyen en número y fuerza; la lluvia sustituye al granizo; pero no es aquella la que con tanta ánsia espera el labrador, no; es la que en poco tiempo arroja sobre la tierra inmensas cantidades de agua, que viene á sustituir á la sequía perniciosa, que lamentábamos; ya nuestro observador tendrá con que remojarse la garganta y algo mas si del punto elevado en que se encontraba ha descendido, porque lo

que antes era un seco desierto se ha convertido ó se convertirá en breve en el mar mas proceloso.

En efecto; en las rapidísimas pendientes de las montañas las aguas de lluvia con una violencia extraordinaria se precipitan chocando con la desnuda roca ó con la tierra sin que nada disminuya su cantidad y su fuerza; no encuentran allí una capa esponjosa y absorbente que las retenga; unas á otras instantáneamente reunidas las gruesas y características gotas de semejantes lluvias forman pequeñas corrientes animadas de gran velocidad y con ella despues de diluir ó suspender los mas ricos materiales de la tierra vegetal van á juntarse con otras infinitas en las líneas naturales de reunion; estas proceden del mismo modo aumentando su volúmen y con él la fuerza erosiva, que ejercen en el lecho y en los márgenes, hasta que en el talwech de aquel elemento de la cuenca general se presentan aterradoras arrastrando consigo cuanto encuentran á su paso, despues de haber producido resbalamientos muy considerables en ciertos terrenos estratificados; de haber esterilizado los cultivos en pendiente; destruido los muros de todo género contruidos para contener su marcha y los edificios que servian de albergue á los hombres y á sus rebaños; esa masa considerabilísima animada de una velocidad, que solo con los fuertes huracanes puede compararse, camina rugidora por el talwech, hasta que traspasado el canal de salida del torrente en el valle se presenta como dejamos indicado (pág. 512) inundándole con sus aguas turbias y procelosas al propio tiempo que otros torrentes de los distintos repliegues de la misma montaña y de la opuesta aparecen tambien con sus soberbios caudales á disputar el paso á aquel y al no menos considerable, que ya baja por el valle procedente de las montañas, que forman parte por arriba de la misma cuenca general; cuando tal sucede riñen verdaderas batallas sus caudales, que ya reuniéndose entre sí, ya remansándose unos á otros convierten el valle en agitado golfo destruyéndolo todo con la fuerza de sus aguas y sus estériles depósitos para bajar despues por el cauce antes seco del anti-

guo rio y por los terrenos adyacentes hasta una distancia, que solo puede comprenderse presenciando tan terrible azote ó teniendo en cuenta que la gran masa de agua en un momento salida de las montañas, no pudiendo continuar su marcha por la suave pendiente del valle con la velocidad extraordinaria que tenia, necesita ocupar una seccion inmensamente mayor para verificar el desagüe.... ¡ah! nuestra pluma es impotente para hacer el bosquejo de un valle en semejante situacion; no puede, no, indicar siquiera las fortísimas impresiones que se experimentan en semejantes momentos; renunciamos por lo mismo á continuar exponiendo el recuerdo de las que hemos tenido repetidas veces ocasion de sentir al ver marchar esa masa de aguas turbias y destructoras; tampoco dirémos nada del aspecto que presentan las montañas y los valles ó las vegas, cuando pocas horas despues quedan de aquellas libres presentando en toda su desnudez los daños inmensos que causaron; estas impresiones dolorosas no se describen, se sienten y con ellas es indudable que no ganarán mucho las condiciones morales de los pueblos; porque cuando no les inclinan á actos de desesperacion poniendo en sus trémulos labios la blasfemia, presentan á su vista como inarmónica y defectuosa la obra de Dios, á que, injusto el hombre, atribuye muchas veces los males que experimenta, cuando son consecuencia de que arrastrado por sus vicios no ha sabido ó no ha querido respetar las leyes sabias que Aquel impuso á la materia.....

*Por el contrario:* ¿no es indudable que el que respira un aire oxigenado; el que recibe en los dias calurosos del estío la blanda, fresca y embalsamada brisa de los montes, aunque sienta el lejano mujido del huracan, de que aquellos le defienden, ya en el verano cuando abrasador y seco el Sahara nos le envia, ya en el invierno cuando helado nos le transmiten las regiones polares, no es indudable repetimos, que disfrutando de aquellos beneficios y al verse defendido contra tan molestas influencias ha de sentir su alma un impulso natural al bien y al agradecimiento hácia Aquel á quien todo lo debemos?

¿Puede en duda ponerse que el que vea asegurado y aumentado el fruto de su trabajo; el que tenga ocasion constante de egercer con provecho su actividad física é intelectual; el que se encuentra en una comarca rica y floreciente, donde el bienestar y la abundancia está pintada en todos los semblantes, en donde se hallan productos variados con que atender á las necesidades de la vida, puede en duda ponerse, repetimos, que en tales condiciones el hombre no se encuentre predispuesto á los mas nobles sentimientos, cuando el trabajo allí no es el monótono é insano de las grandes manufacturas, sino el que por un ejercicio conveniente de su organismo le robustece y desarrolla con el auxilio de una admósfera pura y embalsamada y el bienestar y la riqueza son consecuencia del trabajo y no fruto de la rapiña?.....

Pues si con los montes, como dejamos demostrado, pueden obtenerse estos y otros muchos beneficios, que no creemos necesario especificar, y cuando ellos desaparecieron de su region propia se producen las influencias perniciosas apuntadas; ¿se nos tachará de exagerados al consignar que la tienen muy marcada en las condiciones morales de los pueblos, que, como es sabido, tanto dependen de la accion frecuente de las sensaciones que experimentan sus habitantes, como pudiera comprobarse con el exámen de su historia particular, habidas en cuenta las condiciones de tiempo y de lugar?.....

Mas notoria quizá se hace tal influencia de los montes, cuando se los considera bajo el concepto de la belleza que prestan al paisage, como comprenderán nuestros benévulos lectores imaginándose una comarca por los montes regenerada mas bien que por las indicaciones, que nuestra prosáica y cansada pluma se vá á tomar la libertad de consignar.

Supongamos colocado al observador en el mismo punto que anteriormente, dirigiendo su mirada escudriñadora hácia todas las partes del horizonte; ya no encontrará el cuadro de miserias y desdichas que tanto acongojó su ánimo; sino que con placer contemplará en la montaña, que tiene delante, densas

masas de corpulentos pinos y pinabetes, que con algunos alisos blancos, abedules y otras especies, que en aquellas se destacan por su particular fisonomía, disputan el terreno á los alpinos pastos y contienen las montañas de nieve, que sin ellos en algunos puntos se convertirían en terroríficos aludes; mas abajo una faja verde clara le denuncia la existencia de un rellano destinado á prados naturales regados por las aguas procedentes de las nieves en la region superior contenidas, que por el reflejo del sol á su vista aparecen como hilos de plata que cruzaran aquel fondo de esmeralda.

Por debajo de éste vuelve á descubrir en las rápidas pendientes las masas forestales, siempre densas, pero de muy variado aspecto y así debe ser porque unas están por el pino silvestre constituidas, otras las forman las copudas hayas y algunas de estas, robles y otras especies mezcladas se componen.

No hay en tales masas monotonía fatigosa, porque además de los muy distintos aspectos característicos de las especies, que siempre en ellas se encuentran mezcladas indicando\*al ojo experimentado del dasónomo muchas condiciones especiales de cada uno de sus distintos rodales, el plan de ordenacion á que se sujetaron y la consiguiente graduacion de edades hace cambiar la visualidad formando un conjunto agradable y pintoresco, á que vienen á dar nuevos atractivos las blancas casas de los guardas, que rodeadas del hermoso serval de colorados frutos se destacan sobre el oscuro fondo de los pinos ñuales (uncinata) ó el mas claro y animado de los robles; los caminos de saca y arrastre y las azuladas columnas de humo que se elevan sobre las barracas de los numerosos obreros ocupados en las operaciones del cultivo y aprovechamiento y en las industrias propiamente forestales, dando vida á esta parte del cuadro los bullidores y argentados arroyuelos que se ven descender á cortos intérvalos en la montaña y salir por debajo de la masa forestal entre mantos de verdura; los ágiles y alegres montañeses ya conducen sus gordos y numerosos ganados á apacentarlos en los límites de los rodales ó en los prados ante-

dichos, ya bajan al valle los productos muy variados de los montes, ya con los útiles al hombro se ven cruzar de uno á otro lado para dedicarse á sus habituales faenas, ya en fin, aun de léjos se aperciben otras manifestaciones de la animacion, que en aquellos montes reina, cuyos indicios por otra parte corroboran á nuestro observador los mil alegres ruidos, que de la montaña, en que se encuentra, así mismo poblada, llegan á sus oídos, procedentes ya del arroyo murmurador, ya de las aves cantoras, ya del ganado que con sus balidos espresa la alegría de verse sobre frescos y abundosos pastaderos, ya la no menor que sale de las flautas rústicas sí, pero allí muy gratas, de sus robustos conductores, ora de los cantares espresivos de los animosos montañeses, etc., etc.

Nuestro observador, ya no se encuentra atormentado por los rayos directos del sol, ni por sed abrasadora; que de los primeros le libran copudos y esbeltos pinabetes y la segunda apagó en el próximo arroyuelo, cuyas aguas cristalinas y el aire embalsamado que respira, le hicieron devorar las provisiones á la sombra de un aliso muellemente recostado sobre la fresca y abundosa yerba.

Así reparadas las fuerzas dirige su mirada al valle ensanchándose su alma al contemplar numerosos pueblecillos al pié de la montaña siempre inmediatos á un arroyo, en el medio del valle la marcha tranquila y magestuosa de un rio de aguas cristalinas, donde depositan aquellos sus caudales muy mermados por las numerosas acequías de riego, con que se atiende á los extensos prados y otros muy variados cultivos, que todos en la época mas calurosa del estío presentan los bellos y variados matices, que en cada uno corresponden á la vegetacion mas lozana y vigorosa, formando un conjunto agradable y risueño, que por sí solo bastaría para inspirar los mas tiernos y nobles sentimientos y para demostrar el bienestar, de que disfruta su numerosa poblacion, aunque prescindieramos del encanto que produce el aspecto de las blancas casas en ellos enclavadas; los edificios fabriles de mil clases que se elevan

sobre sus numerosas corrientes aprovechando por todas partes la fuerza mejor y mas barata; los caminos de todo género que cruzan el valle en muy diferentes sentidos y en fin esas mil señales de la fertilidad y la riqueza..... ¡Cuán diferentes no serán las sensaciones que nuestro observador habrá experimentado á la vista de este cuadro, que con tanto desaliño y cansancio hemos bosquejado en una de sus infinitas y siempre hermosas variantes, y las que pudo producirle la presencia del que hicimos del mismo valle en otras condiciones! ¡Cuán distinto ha de ser el carácter y las costumbres todas de sus habitantes respectivos! Y no se crea que es fantástico é imposible cuanto de malo y bueno dejamos indicado; pues además de que para hacerlo nos hemos servido de una encantadora vega, que muchas veces desde la cúspide de las montañas en el Pirineo hemos contemplado, no sería difícil demostrar con referencia á ella, que si sus montes se encontraran en las condiciones que podrian y deberian tener ó si por imprudentes tallas y descuajes se destruyeran los que hoy tiene, la experiencia acreditaría que no hemos dado á los bosquejos toda la fuerza de color que la verdad exigiría, como así por otra parte puede presumirse al comparar muchos valles de los Alpes con algunos de la Suiza, del Hartz y de los Vosgos.

Pero completemos algo mas el paralelo.

Supongamos que la múltiple influencia de los montes no disminuya siquiera la intensidad de las tormentas; supongamos que sobre la comarca bosquejada descarga la misma que antes indicamos ¿qué sucederá?

En primer lugar atraida la piedra sobre la montaña y en ella sobre los mas altos rodales, serán sus daños despreciables, que siempre son de poca importancia los que puede ocasionar á los árboles seculares formando compactas masas; y si algunos experimentan los brinzales, nunca son cuantiosos cuando la orientacion de las cortas se llevó á efecto con las debidas precauciones.

En segundo lugar, ya el agua de lluvia pierde su fuerza y

disminuye en cantidad antes de llegar al suelo, que con sus condiciones de ella se embebe favoreciendo la filtracion y anulando la corriente superficial; de manera que si algo puede aumentar el caudal de los arroyos y del rio no lo bastante para ocasionar perjuicios á los campos de la ribera; antes bien les asegura el riego con el aumento de los caudales subterráneos, que después paulatinamente les irán proporcionando los manantiales; así es que en tales circunstancias las tormentas léjos de alarmar los ánimos de los montañeses robustecen su esperanza y les causan alegría.

Las consecuencias que de todo esto se desprenden son fáciles de deducir; tambien lo es formarse una idea de los muchos beneficios que las comarcas inferiores de la misma cuenca reportarian pudiendo con las aguas perennes sobrantes aumentar su fertilidad y quedando anulado el constante peligro de las inundaciones; comprendemos que seria conveniente consignarlas y completar el bosquejo imperfecto que hemos presentado; pero en atencion á que no podríamos satisfacer á tal necesidad sin dedicar á este objeto mas espacio y tiempo de los que podemos disponer y bien persuadidos que la ilustracion de nuestros lectores ha de suplir con ventaja nuestra falta, damos fin á este punto interesante aplazando para ocasion mas oportuna su metódica y mas completa exposicion.

#### IV.

Recordando en la página 187 la acerba crítica, que M. Vallés hace en su citado folleto ( páginas 74 á 78) á los que creen «que si Nínive y Babilonia, Palmira y Malbeck, etc., antes tan «florecientes y de envidiable clima dotadas, están hoy convertidas en desiertos, es en *gran parte* debido al imprudente descuaje de sus montes» aplazamos su discusion para el presente

estudio; «porque, decíamos, solo cuando se conozca la influencia de los montes en las condiciones todas de existencia de los pueblos, se puede comprender la que tal descuaje ha ya tenido en el cambio referido;» es, pues, llegado el momento de cumplir aquella promesa y para hacerlo; para que nuestros ilustrados lectores puedan mejor apreciar las opiniones de amigos y adversarios y á fin de que no se crea que las tergiversamos al condensarlas en pocas palabras, oportuno creemos trascribir los párrafos, que á tal objeto dedica M. Vallés, ya que por otra parte en ellos aparece al par que su indisputable habilidad, el tono harto arrogante y pedagógico con que discute una materia que desconoce, asentando las mas trascendentales afirmaciones sin otra prueba que improcedentes supuestos y torcidas y violentas interpretaciones y la acritud inusitada con que moleja á sus contrarios; así tambien veráse justificada en parte la que con él hemos usado al criticar sus peregrinas y erróneas teorías y nuestros ilustrados adversarios acabarán de conocer las razones hasta ahora empleadas para negar la benéfica influencia de los montes.

(1.º) «A los ojos de muchas personas, dice, cuando la historia nos enseña que una ciudad, antes floreciente, ha desaparecido bajo sus ruinas, que una tierra en otro tiempo fértil no dá ya productos, la falta *es siempre y únicamente debida al descuaje de los montes.*

(2.º) »Si Ninive y Babilonia, renombradas por su civilizacion, si Palmira y Balbeck, célebres por su opulencia, se eclipsaron, *la falta es debida al descuaje de los montes.*

(3.º) »Si esa comarca de Canaán, citada por la Biblia como la tierra mas rica del universo, ha perdido su fertilidad, *la falta es todavía debida al descuaje de los montes.*

(4.º) »Si las riberas del Africa, desde las arenas de la Libia hasta el Océano, están desnudas de vegetacion, *la falta es siempre debida al descuaje de los montes.*

(5.º) »Bien pronto, en verdad, llegará á decirse que hasta el poderío de Roma sucumbió á los golpes del hachero, como

se pretende hacernos creer que la transformacion de algunos montes en campos (1) es, si no un decreto de muerte, al menos un principio de agonía para la Francia.

(6.º) »En cuanto á las causas naturales, á los temblores de tierra, por ejemplo, que desconciertan tan profundamente el suelo, que hacen mas en un instante para destruir ciudades enteras que no pueden conseguir muchos siglos de decadencia, no parece dudoso que á intévalos ¡ah! demasiado próximos, sus horrorosos cataclismos agiten la tierra, revuelvan sus entrañas, *destroquen la antigua topografía del suelo*, sequen ó cambien la direccion de los manantiales.

(7.º) »Las guerras, que han desolado la humanidad, pudieron hacer un monton de ruinas de una ciudad floreciente, matar ó hacer huir á toda una nacion, implantar la barbárie en donde existía una civilizacion adelantada. *Pero estos no son mas que accesorios de la obra de destruccion, accesorios que habrian pasado desapercibidos si estas guerras devastadoras no hubieran sido una ocasion de destruir los montes!* Los brazos habrian faltado, es cierto, las instituciones protectoras de la propiedad habrian desaparecido, la inteligencia de los procedimientos agrícolas habria cedido su puesto á la brutalidad y la pereza del soldado invasor; *pero todas estas causas reunidas*

---

(1) Refiérese el autor, sin duda, á la oposicion que las cámaras y la prensa de todos matices políticos hizo en 1865 al proyecto de enagenar 120.000 hectáreas de montes del Estado para dedicar su importe y los sobrantes del presupuesto á ciertas obras públicas; sin duda el gobierno llegó á convencerse de los perjuicios que se le pronosticaban y de que *no era el cambio de despreciables montes en campos productivos sino de algunos muy importantes en estériles eriales* lo que se conseguiría, segun lo demostraron con citas muy oportunas para destruir los capciosos fundamentos del proyecto, cuando le retiró apesar del decidido empeño, con que en un principio le sostenia. Pueden verse todos los artículos en pró y en contra con tal motivo publicados en la prensa periódica y la discusion de las camaras en el libro ya citado «*L'Aliénation des forêts de l'Etat devant l'opinion publique.*»

*hubieran ejercido una influencia despreciable, si el palladium del monte hubiera sido respetado!*

(8.º) »Tal vez creéis que si el estado higiénico de la India empeora cada vez mas y tiende á ser de dia en dia el foco de de las mas temibles epidemias, es porque la dominacion inglesa no ha tenido la inteligencia de conservar los numerosos canales, que vivificaban el pais, que purificaban el clima y que ha permitido con ello que inmensos pantanos invadieran las tierras antes fértiles y sanas? Cuidad de no ser el juguete de una ilusion; los **hombres silvestres** os van pronto á enseñar que allí tambien obró el descuaje.

(9.º) »Seamos razonables sin embargo; *no exageremos los beneficios de los montes, que yo reconozco* (1). El simple buen sentido indica que si la superficie del globo hubiera permanecido cubierta de montes, sino se hubieran practicado descua- ges, la civilizacion habria sido imposible.

(10.º) Cuanto mas eleveis la importancia perdida de Nini- ve, Babilonia, Palmira y Balbeck, mas será necesario admitir que la extension de los campos cultivados tenia importancia en estas comarcas y que por consiguiente mas la de los anti- guos montes habia disminuido. Si Sicilia y Africa fueron los graneros de Roma, me concedereis que en estos paises de- berian estar consagrados al cultivo de los cereales vastos espa- cios y no sé hasta que punto os será fácil probarme que esta ausencia de montes, que tanto hoy deploraís, no haya tenido precisamente por punto de partida y por causa esencial la ne- cesidad que en diferentes épocas de la historia tuvieron ciertas localidades de ser los centros de produccion (*mères nourricières*) de estas inmensas poblaciones; *de suerte que el descuaje*

---

(1) Así únicamente creemos posible traducir el sentido de las pala- bras usadas por M. Vallès, probablemente con aire de diatriba, pues dice: *«Soyons raisonnables cependant; prenons de l'ours, je le veux bien, mais n'en prenons pas trop.»*

en esos lejanos tiempos, léjos de ser un signo de abatimiento y de ruina, fué al contrario el preliminar indispensable, el precursor necesario, el medio mas infalible de hacer adelantar la humanidad en la via del progreso y la civilizacion.

(11.º) »No nos degemos, pues, llevar de vanos terrores y de todos modos vivamos descuidados teniendo en cuenta este grande hecho, que en Europa, como en América y en todas partes, la inteligencia, la riqueza, la civilizacion de los pueblos han progresado constantemente con el descuage de los montes; esto además no tiene nada de sorprendente, es simplemente la historia de las fieras retrocediendo ante el hombre á medida que este cumple su mision providencial en la tierra,» que es sin duda dejarla convertida en un desierto inhabitable, pues no otra cosa queda en pos de sí, cuando arrastrado de sórdida codicia y sacrificando al presente el porvenir ha seguido las doctrinas de nuestros ilustrados adversarios muchos siglos antes de que nos las presentaran adornadas con frases escogidas en periodos muy redondos.....

Para no tener que repetir el contenido de los párrafos trascritos hemos creído oportuno numerarlos.

Basta comparar el 2.º, 3.º y 4.º con lo que dice M. Becquerel en el discurso preliminar (páginas II y III) de su obra de 1853 tantas veces mencionada y en su memoria de 1865 (páginas 6 y siguientes) para convencerse de que á él trata de zaherir M. Vallés (párrafos 8.º y 9.º) pretendiendo justificarse con exageraciones maliciosas indignas de quien de buena fé y con conocimiento de causa busca en la discusion sacar triunfantes sus creencias y no bastardos intereses.

En efecto, ¿es por ventura cierto, como asegura M. Vallés ( párrafo 1.º), que haya dicho aquél que la ruina de tan renombradas ciudades fué únicamente debida al descuage de los montes? ¿Es cierto que en ella hace figurar los desastres de asoladoras guerras como causa accesoria y secundaria de poquisimo valor directo concediéndole tan solo alguno, porque con ellas se destruyeron los montes ( párrafo 7.º)? ¿Ha pretendido acaso

*M. Becquerel que de ellos quedara cubierta la superficie de la tierra como parece indicar (párrafo 9.º) nuestro ilustrado adversario ?.....* No seguramente, y al hacer estos gratuitos supuestos **M. Vallés** se propuso sin duda levantar una muralla de carton significando ser la en que se abrigaban sus enemigos para hacer ver á los lectores que destruyéndola ponía á aquellos en derrota; y para mejor guardar las apariencias, para que su táctica no se descubriera, usa de ese tono levantado y lleno, al parecer, de conviccion y de entusiasmo sin discutir seriamente las afirmaciones, que desliza entre sonoras palabras, llamándoles en seguida la atencion sobre otros puntos, de que ya en el estudio tercero nos ocupamos demostrando la sinrazon y la injusticia con que ha criticado á sábios eminentes, cuyas opiniones torcidamente interpretó: veamos, aunque muy brevemente, si con mas prudencia y acierto procedió en la ocasion, á que al presente hacemos referencia.

Encargado **M. Becquerel** de estudiar los trabajos propuestos y emprendidos para la regeneracion de la Sologne consultó su historia y viendo en ella que en otro tiempo estaba poblada de montes y que á *su descuage sucedió la invasion de las aguas estancadas, la infertilidad de sus extensos eriales y consiguiientemente la insalubridad* (Des climats, etc., pág. 266), trató de «averiguar las causas principales que habian concurrido á tal descuage y al de los montes en general, así como los efectos, que de él resultaron para el clima» segun terminantemente lo dice (pág. I.)

No se propuso, pues, averiguar las causas que á la ruina condugeron aquellas ciudades renombradas, como gratuitamente afirma (párrafo 1.º) **M. Vallés** y para que de ello no pueda quedar ninguna duda continúa (pág. II) **M. Becquerel** en su discurso exponiendo el resultado de sus históricas investigaciones, que condensa en los términos siguientes: «*Los progresos de la civilizacion y las guerras son, pues, las principales causas de la destruccion de los montes; la historia nos presenta de ello numerosos ejemplos: del Gánges al Éufrates, en una*

*extension de mas de mil leguas en longitud y de muchos centenares de leguas en anchura, tres mil años de guerra asolaron estas comarcas. Nínive y Babilonia, tan renombradas por su civilizacion y su opulencia; Palmira y Balbeck, por su magnificencia, no ofrecen hoy al viajero mas que ruinas que atestiguan su grandeza pasada, en medio de desiertos, en que solo se encuentran algunas trazas de los ricos cultivos, que allí antes existieron.*

«Ciro, Alejandro y sus sucesores asolaron una gran parte del Asia. Los romanos vinieron en seguida, despues los sarracenos y en fin los turcos, que completaron la ruina de estas comarcas.

»La Palestina ofrece semejantes contrastes. En efecto, ¿en que se ha convertido esa bella comarca de Canaán citada por la Biblia como el pais mas fértil del universo? Todas estas regiones renombradas por la dulzura de su clima, privadas de sus montes, carecen de agua y de vegetacion y no ofrecen por do quier al viajero mas que el silencio de la muerte.»

Continua (pág. III) indicando el descuage del Africa; recuerda en el Egipto á Memphis y Tebas convertidas en un monton de ruinas en medio de desiertos de arenas, que en la última reemplazaron al frondoso monte Placos citado por Homero (pág. 185 y 187) y dice despues: «En Grecia, como en Persia, las ciudades mas florecientes desaparecieron cuando las tierras cercanas fueron descuajadas.—Sin extender mas este cuadro, se puede ya poner en principio que la falta de montes en un pais, que de ellos estuvo cubierto en otro tiempo, es el signo mas seguro del paso de los grandes conquistadores, de una civilizacion adelantada ó de conmociones políticas....»

Midiendo con completa imparcialidad la significacion natural de las palabras usadas por M. Becquerel; significacion que solo puede comprenderse bien estudiando el libro á que de introduccion sirve el discurso, en que se consignan los párrafos trascritos, si bien no aceptamos, ni defendemos la oportunidad y exactitud con que algunas se emplearon, si negamos que

puedan dar motivo á las gratuitas y absolutas afirmaciones antes consignadas ; porque bien claramente expresa que *las guerras asolaron* aquellas comarcas ; que en ruinas convirtieron tan populosas y ricas ciudades *al propio tiempo* que lo hicieron con los montes, á *que atribuye la falta de agua y vegetacion* principalmente; y que esta consecuencia es procedente no lo dudará quien haya con detenimiento leído lo que dejamos expuesto en los *estudios precedentes* de este libro y las numerosas citas históricas, que hace M. Becquerel en el suyo precitado; pues si bien es cierto que los temblores de tierra pueden producir los efectos que recuerda M. Vallés ( párrafo 6.º ) tambien lo es que no habrian dejado de consignarse en la historia si hubieran ocurrido y de todos modos no con ellos y por ellos veríamos en *dunas* convertidas tierras antes fértiles y bien pobladas y sabemos por otra parte con certeza que no á ellos y sí al descuage de los montes son debidas la infertilidad é insalubridad de la Sologne, la Brenne, la Bresse y Dombes, la Camarga y la Crau, las landas de Gascuña y otras mil comarcas, de que es extraño hiciera M. Vallés caso omiso teniéndolas tan cerca para hablarnos de lo que supone ha pasado en la India *por incuria de los dominadores ingleses* ( párrafo 8.º ), cuando se deduce tambien de las citas, que sobre ella hace M. Becquerel ( pág. 182 ) y de las consideraciones que luego expondrémos, que el descuage de los montes allí produjo los mismísimos efectos que en Sologne sin mas diferencia, que las que á la latitud y condiciones propias de los lugares corresponde; demuestre M. Vallés que no ha habido allí variacion en el estado y situacion de los montes ; demuestre que antes de extenderse el hombre por aquella tierra esta tenia las cualidades que al presente ó lo que es lo mismo que su gran fertilidad era solo producto de los trabajos inteligentes de aquel y no de sus condiciones naturales y entonces podrá achacar á la incuria inglesa lo que es debido principalmente á otras causas muy distintas; ¿ la incuria del gobierno de su país ha producido por ventura los suelos pantanosos y los extremadamente secos de

Sologne y su consiguiente insalubridad y pobreza? ¿Por qué para regenerarla propondría el ilustre M. Ad. Brongniard repoblar las dos terceras partes de su extensión, asegurando que de esta suerte *«se llegaría á transformar una comarca igual en superficie á uno de los departamentos de la Francia, actualmente árida, pobre, mal sana y casi despoblada, en un país productivo, que alimentaría una población robusta y numerosa y que haría un papel importante en la riqueza general de la Francia?»* (1).

Finalmente, aunque los defensores de los montes y muy especialmente el ilustre M. Becquerel no han tenido la precaución de advertir que no todos aquellos, ni en todas las situaciones los mismos efectos se producen, ninguno ha pretendido sostener la conveniencia y necesidad de que de ellos se cubriera la superficie de la tierra, como ya lo dejamos manifestado (pág. 34); al contrario, mas ó menos explícitamente, pero unánimes, reclaman todos para los campos y los montes sus regiones respectivas y por lo tanto á nada conduce el párrafo 9.º de M. Vallés, ni menos es justa la afirmación que encierra su contenido; *seamos, pues, razonables y digamos: si la civilización habría sido imposible sin descuajar absolutamente nada, lo es también descuajando absolutamente todo.*

Pero, dice, M. Vallés, (párrafo 10) cuanto mas ensalceis la opulencia y riqueza de esas ciudades y la fertilidad de esas comarcas; cuanto mas afirméis que algunas de las últimas fueron grandes centros productores de cereales y otros artículos alimenticios, mas pronto os habréis de convencer de que sus campos eran vastos y sus montes reducidos.... ¿por qué? ¿acaso la cantidad y la calidad de los productos está siempre en razón de la extensión de la tierra cultivada? ¿No es vulgar de puro sabido que los mejores terrenos del llano fueron los que primero se dedicaron al cultivo extendiéndole despues á los de

---

(1). Becquerel.—Des climats, etc., pág. 273.

inferior calidad y mas tarde á los que hallándose en las rápidas pendientes y elevadas mesetas solo por muy corto número de años produjeron algo á beneficio del mantilloso suelo de los montes para no dar despues mas que torrentes é inundaciones desoladoras alternadas con sequías extremadas? ¿Ignora acaso M. Vallés, que ni esas ciudades y comarcas adquirieron en un dia su opulencia y su grandeza, ni en otro las perdieron y por consiguiente que no habiendo empezado el descuage por la region propia de los montes sino por la que á los campos corresponde, que son muy productivos mientras aquella bien poblada los abriga y los ayuda con sus antes demostradas influencias, el descuage de la primera region no pudo ser el precursor de aquella riqueza, que ya existía, sino el de su empobrecimiento y su miseria, como en todas partes ha sucedido y sucede cada dia y pueden bien atestiguarlo las citadas comarcas de la Francia y mejor que en ellas todavía se observa en los pobrísimos departamentos de los Alpes?

No es, no, como antes hemos dicho, la civilizacion lo que ha producido el descuage de los montes de la region propiamente forestal, y con él las tristes condiciones del desierto; no es, no, cierto que con él haya constantemente progresado la inteligencia, la riqueza y la cultura de los pueblos, porque no puede con ellas confundirse la insana codicia y torpísima conducta de los que destruyendo las condiciones de existencia del árbol frondoso de la produccion, á las generaciones futuras legaron solo su tronco seco y podrido.

Atribuir á una adelantada civilizacion semejantes actos de egoismo ó de barbárie es confundir lastimosamente la significacion natural de las palabras, los diferentes períodos de la historia de los pueblos y los efectos que en cada uno produjeron causas muy distintas.....; pero ensalzar aquellos, cual lo hace M. Vallés (párrafo 11); halagar las torpes pasiones de los pueblos tratando de demostrar con sonoras frases y redondos períodos que así darán prueba de inteligentes y civilizados consiguiendo la riqueza y bienestar sin perjuicio de ter-

cero, si no es proceder con indisculpable ligereza en los asuntos mas trascendentales, es otra cosa peor, que no creemos se haya propuesto nuestro ilustrado adversario.

Para comprender mejor la sin razon con que éste ha procedido y la influencia que en el estado presente de aquellas antes fértiles comarcas haya podido tener el descuage de los montes, preciso es que indiquemos á grandes rasgos como se elevaron á su renombrada opulencia y como la perdieron.

Con los extensos y bien poblados montes, que en remotos tiempos cubrian esas regiones ofortunadas, era su suelo tan fértil y su clima tan benigno, que de *aquellos descendian arroyos de miel y leche*, segun la poética espresion de los sagrados libros.

Tan apetezibles condiciones atrageron hácia ellas los habitates de otros mas antiguos centros de poblacion, que no encontrando ya allí alimento para sus ganados, ni ricas tierras que con poco trabajo les proporcionaran abundantes productos, invadieron aquellas ordinariamente *conducidos por un jefe y á la sombra de una bandera, que ni era blanca, ni tenia inscritas las santas palabras de paz, trabajo y caridad*.

Estas colonias pastoras y guerreras mas que agrícolas se aprovecharon de los dones naturales cuidando empero de rodearse de fuertes y extensísimas murallas, que comprendian no solo el sitio necesario para sus habitaciones diseminadas por los mas fértiles terrenos, sino tambien extensos montes y rios caudalosos (1) al objeto de tener asegurada su alimentacion y la de sus ganados y poder así mismo atender á la que

---

(1) Babilonia, por ejemplo, situada en la vasta y fértil llanura de Shinar, en la confluencia del Eufrates y el Tygris, *ambos antes navegables*, estaba rodeada de una muralla de 10 metros de espesor y mas de 90 kilómetros de perímetro abarcando una superficie de mas de 50,000 hectáreas, de las que el Eufrates, que con una anchura de 100 metros la atravesaba por su centro en una extension de 16 kilómetros, y los edificios ocupaban 3.844 hectáreas siendo las restantes montes, yermos, campos y jardines, que aislaban las habitaciones; de manera que en nada se

exigian las numerosas presas, que en hombres, fieras, ganados y toda clase de riquezas muebles hacian en sus bélicas escursiones contra los pueblos vecinos, que mas adelante sugeraron á su imperio aprovechándose de sus sudores quizá con menos consideracion que hoy vemos lo hacen las capitales de todas las naciones.

El crecimiento de su poblacion y su riqueza reconocia, pues, dos orígenes muy distintos; uno estaba en el aprovechamiento de las condiciones naturales de la comarca, que con poco trabajo les daba en un principio cuanto podian apetecer para conseguirlo y otro se encuentra en el despojo de los pueblos próximos, cuyos habitantes venian á ser esclavos de los vencedores, que de ellos se servian sin piedad para levantar sus palacios suntuosos y para cultivar la tierra, que fertilizaban con el sudor de su rostro contraido, además de los productos que de todas las comarcas del imperio, á que servian de cabeza, allí acumulaban los magnates.

El orgullo de la victoria y las riquezas con ella reunidas fomentaron, como siempre, el desarrollo de todas las malas pasiones, que solo á la debilidad y al desórden pueden conducir; y como por otra parte el aumento natural y extraordinario de la poblacion estrechaba las distancias, en que en un principio allí vivieron los colonos extendiendo los cultivos hasta la cima de las montañas y las talas y descuages de los montes hasta las mas apartadas de su recinto cambiando con ellas

---

parecía á nuestras modernas ciudades y mas bien pudiera compararse á la Huerta de Valencia, Plá de Barcelona y otras comarcas semejantes.

El descuage de la cuenca de aquellos ríos, que ya en tiempo de Strabon era casi completo, había, segun el mismo, producido la falta de maderas y las condiciones torrenciales del Éufrates; consiguientemente la esterilidad y los pantanos de parte de aquella antes fertilísima llanura, aunque todavía por la parte baja se hallaba bien poblada; pero el mal ha progresado á juzgar por la descripcion que de aquella ha hecho M. Oppert y que M. Becquerel no ha interpretado con exactitud en su memoria de 1865 (pág. 9.)

las condiciones de productibilidad de la comarca, cuando ya en esta no encontraban todos los medios de subsistir cómodamente ó cuando un partido era por otro vencido, separábase el primero de aquel centro de poblacion para ir á formar otro *en regiones no explotadas*, donde con el tiempo se formaban ciudades é imperios populosos y ricos, que rivalizando en poderío con sus matrices concluía muchas veces por salir de ellas victoriosos arrasándolas y apoderándose de sus riquezas muebles para ser con el tiempo á su vez víctimas de la mayor fuerza de otros pueblos.

Dedúcese de aquí que esas ciudades renombradas no alcanzaron su riqueza y poderío *solo* por el cultivo de la tierra y por el aprovechamiento racional de los dones naturales, sino que en gran parte le debieron al despojo y la rapiña; y así mismo que si por no haber contenido aquel en los límites naturales vieron convertidos los antes fertilísimos campos en pantanos insalubres, los montes productivos en eriales y sus rios caudalosos en torrentes, con lo que perdieron sus anteriores condiciones de fertilidad, la ruina directa, digámoslo así, la debieron á los efectos de la guerra; de manera que así como la victoria influyó mucho en su opulencia y su grandeza, la derrota lo hizo tambien en su ruina y su miseria; pero si hubieran con los montes conservado las condiciones de clima y suelo, aunque hoy se vieran sin habitantes, lo que en verdad no sucedería, no convertidas tales comarcas en áridos desiertos, como no lo estaban antes de que en ellas sentara sus reales la colonia; *la diferencia, pues, en tales condiciones naturales es la expresion mas exacta de las consecuencias que produjo la tala y el descuaje de los montes de la cuenca de los rios, en cuyas márgenes se establecieron*, sin que pueda darse grande importancia á la incuria alegada por M. Vallés, ya porque antes no existian en aquellas vegas y fértiles planicies canales de riego, diques, etc., ni ahora su abandono es la principal causa de los pantanos pestilentes ó los arenales y roquerales que en ellas se encuentran, y que son originados por las condiciones

torrenciales que los ríos con el descuaje de los montes adquirieron, pues que con sus estériles depósitos y los frecuentes cambios del lecho han producido en las vegas accidentes, á que en momentos dados cubren sus turbias aguas, que ni se ven renovadas por corrientes perennes de arriba, ni pueden por falta de pendiente ó de salida descender al mar dejándolos en seco; y descomponiéndose en ellas las plantas y animales que allí crecieron ó de otros lugares procedentes se depositaron, se ven convertidos en focos de infeccion: cierto es que el trabajo del hombre pudiera evitar este perjuicio; pero como la accion de los torrentes, las sequías y la falta de aguas potables y de riego, que con ellos siempre alternan y la carencia de los indispensables productos de los montes, que tambien les acompañan, no permiten en tales comarcas la permanencia de una poblacion suficiente, ni conseguir justa recompensa á tan dispendiosos trabajos, de aquí su abandono y alejamiento y que de dia en dia hayan empeorado las condiciones de existencia de esas antes fertilísimas comarcas.

Si las alarmantes proporciones que este libro vá alcanzando, no nos privaran de consignar algunos detalles concretos referentes á esas ciudades renombradas en la historia mas, sin duda, por sus vicios, su riqueza y poderío que por una civilizacion adelantada en el sentido racional de esta palabra, de buen grado lo hiciéramos para corroborar nuestras anteriores indicaciones y tambien sin gran dificultad podría probarse que la riqueza y poderío por ejemplo, de los Estados-Unidos no se debe solo á sus instituciones políticas y sociales, ni tampoco á su individualismo, como suponen los aficionados á deducir consecuencias absolutas de efectos, cuyas causas desconocen, y si que es aquello debido principalmente á la *explotacion* de las grandes condiciones naturales, de que aquel país estaba dotado y de que esa mal llamada civilizacion adelantada le vá privando; de manera que de seguir como hasta ahora no dudamos en pronosticar que aquella formidable república tendrá con el tiempo el mismo fin que tuvo la soberbia Babilonia

y el imperio á que sirvió de capital y de centro corruptor.

Otra deuda tenemos pendiente con nuestros ilustrados y benévolo lectores, porque lo son las promesas no cumplidas y en la pág. 397 para *este estudio* aplazamos decir algo sobre los pronósticos ó prevision del tiempo, sin que hasta ahora de ellos nos hayamos ocupado; vamos, pues, á satisfacerla del mejor modo y lo mas brevemente que podamos, cosa harto difícil, porque sobre este importantísimo punto, como sobre tantos otros, reina la mas lamentable confusion; el caos hijo del atraso de la moderna ciencia de los metéoros.

Son estos al infinito variables; pero las causas productoras muy poco numerosas y no difíciles de conocer, cuando se estudia su accion aisladamente y en puntos determinados.

«El calor solar, dice M. Bresson (1), produce las nubes por la evaporacion y los vientos por el caldeamiento del aire. La rotacion de la tierra, la accion del calor lunar sobre las nubes y las circunstancias locales modifican los vientos y motivan su direccion particular. El equilibrio general de la admósfera es por lo tanto el resultado de la accion del sol, con la gravedad y la rotacion de la tierra. La fórmula que debiera representarla sería muy sencilla, si las causas secundarias no produjeran fuerzas perturbadoras, que son las causas reales de lo que se designa en general bajo el nombre de metéoros; sin ellas su regularidad sería tal que la historia de los de un año serviría para los demás; pues serian debidos á las causas generales. Las tempestades sobre todo son casi completamente el resultado de las circunstancias locales; pues que el distinto caldeamiento del aire de comarcas próximas produce torbellinos y vientos violentos origen de aquellas, que si pueden producirse por el solo efecto de las leyes astronómicas son mas bien debidas á dichas causas locales.»

---

(1) La prevision du temps. 1866, pág. 206.

A algunos comentarios se presta el párrafo anterior; no los harémos ahora sin embargo, porque además de no disponer del tiempo, del espacio y de la competencia necesarios, creemos que en él se indican bastante las causas originarias de los metéoros, como fácilmente se comprende recordando cuanto sobre cada uno dejamos consignado en los estudios precedentes.

Entonces digimos que la influencia de los montes era sobre los fenómenos locales y esto quizá para algunos la haria aparecer como de poca importancia; pero se comprenderá que no es así si se tiene en cuenta el contenido del párrafo anterior y que siendo *las leyes meteorológicas*, leyes dinámicas y por consiguiente las corrientes aéreas no solo indudables manifestaciones de la falta de equilibrio en las diferentes partes de la atmósfera, que tienden á restablecer, sino tambien causa inmediata de los otros metéoros, á que sirven de *precursores*, al par que son por ellos modificados y consiguientemente los que pudieran corresponder á lejanas comarcas, la múltiple influencia para los montes demostrada, si bien se hará mas patente en las próximas, ha de alcanzar á otras muy distantes, en que tal influencia no se puede sin embargo precisar por la perturbacion originada por otras condiciones locales.

Esto explica porque es imposible la *prediccion del tiempo á largo plazo*, que tantos desconocedores de las leyes de la física terrestre han supuesto hacian fundados en buenas bases embaucando al pueblo con generalidades vagas y mas que otra cosa perniciosas; porque el pronóstico para ser útil debe ser preciso y exacto relativamente á las condiciones del metéoro, del tiempo y del lugar.

Para conseguirlo, la Meteorología debe resolver estas dos cuestiones: 1.<sup>a</sup> Determinar las leyes generales del equilibrio admosférico. 2.<sup>a</sup> La influencia que sobre ellas egercen las circunstancias locales. Aquellas eliminando del fenómeno las segundas y éstas apreciando la perturbacion que egercieron en aquellas, que deben ser confirmadas por los hechos observados con tales modificaciones.

M. Bresson, supone (pág. 66) que la primera cuestion se resolverá con la *observacion en lo alto, por las estrellas errantes*, comparada con la del barómetro y la segunda con la agrupacion de *las de abajo* eliminadas de los errores personales, á que están tan expuestas; estas, dice, sirven para un corto radio del observatorio y aquellas para otro de hasta 60 leguas: los dos sistemas, segun él, se completan y fuera de ellos no hay ninguno racional; ni los astros, ni las medias conducirán á resultados positivos.

Indiquemos brevemente unos y otros utilizando la apreciable obrita de dicho señor con quien sin embargo no estamos conformes en un todo como evidenciarémos.

M. Mathieu (de la Drome) daba mucha importancia en la sucesion de los metéoros á la hora de las fases de la luna; pero demostró M. Le-Verrier con la comparacion de los resultados obtenidos en los observatorios que la experiencia no justificaba semejante afirmacion, como aquel aseguraba.

La luna obra en razon del calor que irradia sobre las nubes, que es, segun Arago, de 100° y nulo en la superficie de la tierra, de la luz que refleja y por la atraccion que determina las mareas admosféricas; pero, segun M. Bresson, es poca su intensidad y no es causa eficiente ni preponderante.

M. Mathieu realmente utilizaba las medias obtenidas en el observatorio de Génova y sobre todo la vaguedad de sus predicciones, que comprendian extensísimas comarcas de muy distintas condiciones cuidando de modificarlas por telégramas á cada paso; los artículos encomiásticos de la prensa periódica, que le hicieron adquirir cierta fama, no eran estraños á sus maquinaciones; es en todas partes el sistema de los atrevidos charlatanes.

M. Raspail, el autor del medicamento ó sea panacea universal, aseguraba tambien que se puede pronosticar con mucha anticipacion dia por dia fundándose en el *cielo lunar*; pues que, segun el abate Cote, se repiten los fenómenos cada 19 años; pero el ilustre Arago se encargó, no de convencerle, que

hay gente que no entiende de razones, sino de demostrar que no era cierto lo que suponía, aunque el buen abate y Plinio el Antiguo lo hubieran dicho mas ó menos claramente.

Tambien M. Raspail niega la *atraccion* fundando, segun dice, sus teorías en la *compresion* como causa de las variaciones meteorológicas; pero demuestra lo absurdo de tal supuesto el hecho de las mareas, pues cuando ocurre la plena-mar debiera segun él corresponder la baja-mar y al contrario.

De la supuesta constante coincidencia del descenso en la columna barométrica y la lluvia, de la marea admosférica y del ciclo lunar, dice M. Raspail, que deduce sus pronósticos; pero M. Bresson los considera fundados en las medias climatológicas.

No está mejor cimentada la teoría de M. Granday y de todos los que pretenden haber encontrado el medio de predecir la sucesion de los metéoros, que suponen por consiguiente siguen una marcha regular y son solo dependientes de las causas generales, cuando es evidente y sabida su característica variabilidad por la constante perturbacion de las causas accidentales, que de mil maneras con las de aquellas combinan sus acciones produciendo efectos distintos en diferentes tiempos para un mismo lugar y con las distintas condiciones de los lugares para un mismo tiempo.

Veamos si son mas aceptables los sistemas adoptados por los meteorologistas y si realmente puede esperarse, como dice M. Bresson, que por la combinacion de sus resultados se llegarán á determinar las leyes generales del equilibrio admosférico y la influencia, que en ellas egercen las condiciones locales.

Conocida la grande influencia de los vientos, que preceden y motivan aquellos efectos, han sentado por base muy acertadamente que su estudio daría á conocer los *precursores* por medio de los que podría *preverse* la sucesion de aquellos en tiempos próximos, único pronóstico posible; pero habida en cuenta las modificaciones que los vientos experimentan en la

superficie de la tierra con las condiciones locales y que no son siempre los que producen los efectos meteóricos que sobre nosotros influyen, muchos físicos están acordes en que se deben tener en cuenta mas las corrientes de las elevadas regiones, que las que indican las veletas.

Se ha dicho además: «el viento meridiano no es otra cosa que la componente horizontal de un movimiento paralelo al ege de la tierra; por consiguiente al viento del N. corresponde una componente dirigida hácia el centro de nuestro globo y al viento del S. otra dirigida en sentido contrario. Estas componentes son las que obran sobre el conjunto de la masa de aire, lo que explica porque, cuando sopla el viento del N. tiende á subir la columna barométrica, mientras que desciende en el caso contrario» (1).

Los vientos intermedios obran segun su componente meridiana proporcionalmente á la amplitud del ángulo, que forman con aquellas, y de su velocidad, que es fuerza deprimente en el barómetro segun M. Montiny.

Segun M. de Parville se puede calcular la variacion que en la columna barométrica corresponde á cada viento describiendo con la determinada para el del N. como radio un círculo, en cuya circunferencia se fija la orientacion del dado y aquella estará representada por la perpendicular bajada desde el punto señalado á la línea O-E; pero como por la rotacion de la tierra se inclina aquella corriente al E., en lugar de la línea N-S dice que se deben tomar la NE-SO y su perpendicular por diámetros de referencia.

Sin gran trabajo se comprende que aunque esto sería cierto en el supuesto que la gran corriente general no sufriera modificaciones, no lo es por las que son consiguientes á las condiciones locales y aun la que á la rotacion de la tierra corresponde, pues ésta hace que no puedan servir aquellos eges para todas las latitudes.

---

(1) Bresson. Obra citada pág. 202.

En el ecuador, dice M. Bresson, no influyen los vientos en las variaciones de la columna barométrica, que son muy regulares, porque no existe la componente vertical; pero si esto fuera cierto no podrian explicarse las lluvias periódicas y tormentosas, que hemos dicho (pág. 336) allí son consiguientes al choque de las corrientes ecuatoriales y polares; lo que tal vez sucederá es que en cada punto haya mas igualdad en la intensidad de las causas, que las producen, por la que corresponde á la accion solar, que es indudablemente la predominante.

Se ha desistido, como se vé, de suponer tales variaciones producidas por la presencia en el aire de la mayor ó menor cantidad de vapores, como antes se creía, porque en nuestras latitudes coinciden unos con otros metéoros y se confundian por su simultaneidad; para probarlo se recuerda que en las regiones ecuatoriales no se observan aquellas variaciones; pero como no es admisible la no existencia de las corrientes polares, claro es que con el mismo argumento se pueden combatir los dos supuestos y de aquí la necesidad de apoyar en razones mas sólidas el que ahora se considera como cierto.

Siéndolo, las relaciones entre el viento y la altura barométrica podrán utilizarse, segun M. Bresson, para la *prevision del tiempo*, cuando en cada localidad se conozcan los efectos, que á cada uno de aquellos correspondan.

Admitida la necesidad de buscar los *precursores* en las corrientes aéreas de las altas regiones, ya se ha apelado á las que indican los movimientos de las nubes, ya á los que señalan los de las estrellas errantes.

El estudio de estas le ha emprendido y seguido con gran perseverancia durante muchos años M. Coulvier-Gravier, á quien hace algunos se permitió establecer en el palacio del Luxemburgo un observatorio especial facilitándole los recursos necesarios.

Indiquemos los resultados obtenidos y que se esperan conseguir de este sistema, segun M. Bresson:

Las *estrellas errantes* se atribuyen por unos á la inflamacion de los gases combustibles esparcidos en el aire y por otros á manifestaciones eléctricas. La opinion hoy preponderante es que son producidas por un anillo de polvo cósmico, que gravita al rededor del sol obedeciendo á las leyes de Képler y situado de tal manera, que *es casi continuamente* desflorado por la tierra en su movimiento anual. Los granos infinitamente pequeños de este polvo penetran muchas veces en la admósfera terrestre; allí se inflaman y *son arrastrados por las corrientes aéreas* hasta el momento de su desaparicion producida sea por su extincion, sea por su salida del océano gaseoso, que nos rodea. Las caidas meteóricas, vulgarmente llamadas *aerolitos* parece ser que no son otra cosa que la llegada á la tierra de los restos de la combustion de las estrellas errantes. Las apariciones extraordinarias de Agosto y de Noviembre son producidas por las posiciones relativas de la tierra y del anillo cósmico. Nuestro globo en esta época penetra mas profundamente en esta capa de astros microscópicos; de aquí esas brillantes apariciones, de las que la mas célebre es conocida bajo el nombre de *lluvia de San Lorenzo*.

Habiendo observado M. Coulvier-Gravier que no era la misma la direccion de las estrellas errantes, procuró conocer su altura probable, deduciendo que la de la admósfera es de 1.000 kilómetros en lugar de los 70 ú 80, que se ha obtenido por otros procedimientos; como no conocemos los que empleó, no podemos formarnos idea de su exactitud.

En atencion á la multiplicidad de las corrientes y á que de una sola no pueden proceder los meteoros, creyó oportuno utilizar para hallar la direccion y la intensidad de aquellos, las resultantes, que, segun él, bastan, cuando no hay perturbaciones en la marcha de cada una; pero si las hay atiende mas á estas, porque dan indicios mas ciertos.

Basta recordar lo que el mismo M. Bresson dice sobre la influencia de las condiciones locales; lo que dejamos consignado sobre las corrientes generales y la altura á que se suponen las

estrellas errantes para dudar por lo menos de que pueda la resultante de sus distintas direcciones indicar la sucesion de los meteoros; para que se pueda admitir que toda gran manifestacion admosférica sea producida en tan altas regiones de la admósfera; que de ellas descendan los vientos, que tambien allí se originan y otras várias consecuencias á que ha sido conducido M. Coulvier-Gravier y admite M. Bresson y por lo mismo que no es de creer que los movimientos de las estrellas errantes puedan calificarse de *precursores* de los meteoros, que mas influyen en la superficie de la tierra, ni tampoco para llegar á conocer las leyes genérales, que busca la Meteoronomía: para comprobar aquellos resultados sería conveniente que se hicieran análogas observaciones á diferentes latitudes, porque se nos figura que por la influencia que la de París tiene en las corrientes generales se ha establecido ó quiere establecer una ley meteorológica, que no puede llamarse tal; recuérdese el motivo que hizo confundir la accion del viento en el barómetro con la correspondiente al vapor acuoso del aire y extendiendo esa clase de observaciones evitese caer en un error análogo.

Suponiendo general el efecto observado, dice M. Coulvier-Gravier: si son ciertas mis bases, el barómetro me dirá despues lo que á priori indican las estrellas errantes y como éstas no se pueden observar de continuo, aquel nos dirá, aunque no con tanta anticipacion, la sucesion de los meteoros, cuando se conozca la relacion entre las variaciones de la columna barométrica y los vientos elevados; pero creemos que todo esto es algo utópico, porque las corrientes contrarias pueden y deben existir y los meteoros no se deben precisamente á su presencia y á su velocidad á cualquiera altura sino á su choque; de manera que las mismas producen ó no los meteoros segun vayan á igual ó distinta altura.

El procedimiento es empírico, como ya lo dice M. Bresson, pero creemos además que no conducirá á resultados ciertos y mucho menos á la determinacion de las leyes generales que se buscan.

M. Coulvier-Gravier ha llegado entre otras á esta conclusion: la r sultante de los cuatro primeros meses es la misma que la de todo el año: da la fisonomía de éste; pero no la distribucion de los meteoros, lo que, aunque fuera cierto, sería perfectamente inútil, como nos inclinamos   creer resultará tambien para la resolucion del problema la observacion de las estrellas errantes.....

El movimiento meteorológico, que se observa hace algunos años, no es debido   M. Mathieu de la Drome, como él inmodestamente se atribuía; sus teorías no pueden inspirar otros que de retraimiento; aquel se debe á los trabajos de Maury, Marsden, Becker, Le Verrier, Fitz-Roy y otros.

Los dos últimos casi al mismo tiempo (1865) establecieron, el primero en Francia y el segundo en Inglaterra, servicios meteorológicos análogos utilizando los resultados experimentales diarios obtenidos en distintas localidades, de cuyo estudio deducian la marcha de las tempestades comunicando su prevision   los puntos amenazados para evitar los siniestros marítimos principalmente.

M. Bresson supone que los trabajos del observatorio de París tienen mucha ventaja sobre los de Fitz-Roy, pero no se la hemos sabido encontrar   parte de la que les corresponde por la situacion, porque el segundo no tiene en cuenta, segun dicen, el viento de las nubes, y el mayor número de observatorios puestos cada día en comunicacion con el primero: están basados en el mismo sistema y sugetos   los mismos errores: indiquemos el servicio meteorológico del primero antes de la guerra franco-prusiana.

Todas las mañanas M. Le Verrier, director del Observatorio imperial, conocía los fenómenos principales, que se producen no en Europa, como dice M. Bresson, sino en los observatorios de la misma con aquel relacionados y de ellos deducía la continuacion del tiempo   los cambios que debian sobrevenir, pudiendo pronosticar   preveer las tormentas y evitar los consiguientes siniestros marítimos; lo mismo que Fitz-Roy no

hace mas que estudiar lo marcha de aquellas anunciándolas con alguna anticipacion, porque es mayor la velocidad de los telégramas que la de aquellas, si bien se indican las modificaciones con que en cada region se presentarán por la influencia de las condiciones locales préviamente determinadas habiéndose al efecto dividido las costas en regiones isometeorológicas, que han empezado á generalizarse en el continente.

Por ser el viento la causa determinante de todos los otros meteoros se espresa en los avisos su direccion é intensidad, que en la *carta meteorológica* diaria del observatorio se indica con flechas de diferente número de rasgos de pluma colocadas al lado de las *líneas isobares*.

Estas se determinan uniendo los puntos de igual presion en un momento dado y supone M. Bresson que sus bruscas variaciones indicarán las influencias locales sin tener bastante presente que precisamente aquella igualdad es muchas veces consiguiente á tales influencias, cuando se trata de dos puntos lejanos entre sí, porque la corriente general que se estudia no puede obrar á la vez en todos ellos, y porque esta accion es sucesiva y no simultánea es posible preveer sus efectos en las localidades por donde ha de pasar.

La carta meteorológica y el aviso de sus resultados á las comarcas interesadas constituía el servicio ordinario y el extraordinario los frecuentes telégramas en tiempos tormentosos mandados á las regiones por donde habian de pasar para evitar los siniestros marítimos, que es principalmente á lo que hasta ahora se ha atendido, segun M. Bresson, aunque tambien creemos se ha empleado para hacer conocer la marcha é intensidad de las inundaciones, en que es de mas fácil y segura aplicacion.

Con el estudio comparativo de los resultados experimentales obtenidos en cada localidad y los hallados en todas las relacionadas, se han obtenido ya algunas buenas reglas sobre las indicaciones de los aparatos y muy especialmente del barómetro (1) y se conseguirán otras muchas importantísimas si

(1) Las bruscas variaciones de éste son sin duda alguna las señales

mas que los fenómenos simultáneos en distintos observatorios se comparan los sucesivos habidas en cuenta las condiciones mas principalmente influyentes de las regiones, en que se encuentran y aquellas por donde han de pasar las corrientes que conducen ó motivan los meteoros; pues solo así podrá llegarse á

mas indudables para llegar á preveer los vientos violentos y torbellinos originarios de las grandes tempestades; pero creemos que su interpretacion no puede ser igual en todas las localidades.

Se ha usado al mismo objeto un aparato muy sencillo llamado el *pronosticador del tiempo*, inventado por Malaeredi, renovado y rehabilitado por el almirante Fitz-Roy, que ha comprobado muchas veces la exactitud relativa de sus indicaciones.

«Se compone, dice M. Bresson (obra citada pág. 275), de un tubo de vidrio de 30 centímetros de altura por 8 centímetros de circunferencia. Este tubo casi se llena de una disolucion de dos partes de alcanfor, una de nitrato de potasa y una de sal amoniaco, en espiritu de vino puro y precipitado parcialmente por medio de agua destilada.

»El tubo puede estar abierto ó cerrado; se le fija verticalmente contra un muro y se le mantiene en una inmovilidad absoluta.

»Véanse las principales indicaciones que dá este instrumento segun el almirante Fitz-Roy y los constructores Negretí y Zambra:

»1.º Si el tiempo debe ser bueno la parte superior del líquido es clara y trasparente.

»2.º Al acercarse la lluvia la composicion se eleva y las cristalizaciones se mueven en el líquido.

»3.º Cerca de 24 horas antes de las tempestades ó ventoladas la composicion se eleva á la parte superior del líquido que parece estar en fermentacion. Las cristalizaciones presentan entonces la forma de una hoja ó de un ramo.

»4.º La direccion, de donde debe proceder la tempestad, está indicada por la direccion y la altura de la cristalización, que nace ó empieza siempre del lado por donde debe venir el meteoro.

»5.º En invierno, el tiempo nevoso y la helada, son indicados por la altura de la composicion, así como por las partículas de la sustancia, que flotan en la forma de cristalizaciones estrelladas.

»6.º En verano, cuando el tiempo debe ser cálido y seco la sustancia en disolucion está muy baja.

»7.º En fin, el número de partículas cristalizadas indica la intensidad de las perturbaciones, que han de sobrevenir.»

Si estas indicaciones fueran exactas el *Pronosticador* bastaría para resolver la cuestion en concepto de M. Bresson, pero duda que así sea y solo lo espera de la continuacion perseverante de los sistemas referidos.

conocer las causas generales y las modificaciones, que en sus efectos imprimen las influencias locales, cuyo conocimiento mas nos interesa, porque está en la mano del hombre cambiarlas en parte, como dejamos demostrado y es indudable que si es utilísimo conocer con tiempo los meteoros que han de sobrevenir para evitar sus daños ó aprovecharnos de sus beneficios en la agricultura, la industria y el comercio, *lo es muchísimo mas poner de nuestra parte todos los medios posibles para hacer que se presenten siempre con las apetecibles condiciones; bueno es preveer los tristes efectos de las sequias extremadas ó los de los torrentes é inundaciones á ellos consiguientes, pero es mejor en grado superlativo hacerlas imposibles, y domar los vientos bajos y las aguas de manera que de ellas beneficios y no perjuicios obtengamos, como puede en parte conseguirse con los montes, cuyas influencias no se han conocido ni apreciado en todo su valor en la generalidad de los observatorios.*

### **Conclusion de la primera parte.**

No hay para que hacer constar aquí la síntesis de cuanto dejamos demostrado, cuando consignada queda con sobrada repeticion.

Tampoco es necesario entretenernos en justificar el sistema adoptado y los medios utilizados, porque si ya no bastaran las razones apuntadas en un principio (páginas 1 y 2) parécenos serían suficientes las indicaciones hechas en el presente estudio; debemos sin embargo hacer constar que en nuestra empresa no hemos apurado todos los recursos de que disponíamos; no hemos utilizado todos los hechos que comprueban nuestras teorías y todas las consideraciones que fortifican nuestros razonamientos, ya porque no lo hemos creído indispensable, ya por no oscurecer la verdad con tantos materiales cansando inútilmente á la generalidad de nuestros benévolos lectores; estos quizá consideren que en algunas ocasiones hemos

en este exceso incurrido y otras en inconveniente sobriedad; no somos jueces competentes para dirimir esta cuestion; la empresa es árdua, el problema difícil y complejísimo y los datos experimentales que en pró y en contra se han alegado hasta ahora ordinariamente incompletos; imposible es por lo tanto fundar la solución de tantísimas dificultades sobre bases más ó menos seguras á gusto de todos; nuestras pretensiones no han sido escribir un libro, que haya de ponerse en el Arca santa para que todos le presten homenaje y admitan sus principios sin discusión; es por el contrario la bandera, con que por compromiso salimos á la liza, aunque bien convencidos de nuestra debilidad personal animosos para sustentarla, porque estamos persuadidos que sus más competentes defensores, no dejarán de agruparse en su rededor, cuando la vean ser el objetivo de los tiros de las filas enemigas; y cuando tal suceda, como esperamos porque nuestros adversarios han de tener vehementes deseos de entrar en esta lid; cuando unánimes rechacemos las exageraciones, que hasta ahora tanto oscurecieron las banderas de ambos campos; quemaremos, si preciso fuere, hasta el último cartucho bien seguros de que desvaneciéndose las densas nieblas, en que ha estado envuelta esta cuestion, pronto sabremos todos lo que á Dios hemos de dar y lo que al César corresponde; que si los montes no son la anhelada panacea universal, como algunos intransigentes adversarios suponen ser la creencia de los verdaderos defensores de aquellos, no puede en duda ponerse la importancia inmensa, la influencia poderosa que realmente tienen en la vida de las naciones obligándonos á considerarlos como una condicion indispensable de su existencia y á procurar por lo mismo su pronta regeneracion, que es lo que pedimos en obsequio de nuestra querida y empobrecida patria; de conseguir este acuerdo y este resultado no desesperamos, porque las diferencias más que de otra cosa dependen de las exageraciones, á que amigos y adversarios se han dejado conducir en una anómala y desordenada discusión y para que la bandera de los montes

sea por todos aceptada, basta solo levantarla limpia á una altura, donde puedan apercibirse claramente sus bellos matices.

Algunos de nuestros ilustrados adversarios y muy especialmente ciertos noveles economistas españoles, dirán sin embargo: *«reconocemos en los montes esa mision importantisima y por lo mismo pedimos que de ellos se desentienda el Estado y que sean puestos en las activas manos del individuo, porque él solo es capaz de conservarlos ó regenerarlos, como lo exijan las condiciones especiales de los pueblos, segun así lo dicen los sanos principios de la ciencia económica.»*

En la segunda parte de este libro demostraremos que *no hay ciencia que tal cosa pruebe*, que tambien en esto nuestros adversarios son víctimas del malhadado sistema de exagerar ciertos hechos elevando sus consecuencias inmediatas á la categoría de principios absolutos sin haberse dado cuenta de la relacion entre las causas y efectos de los observados y la que existe entre las de aquellos, á que malamente aplican sus conclusiones ó que deben en ellas comprenderse al elevarlas á una categoría que no les corresponde; pero, aunque aplazando para entonces el desarrollo de las verdaderas teorías, que creemos serán pronto admitidas por nuestros adversarios, pues sus errores fácilmente se harán evidentes por el razonamiento y por la experiencia diaria, vamos á demostrar que aunque fuera cierto, como suponen, que el individuo reúna mejores condiciones que el Estado para ser propietario de los montes, lo que no es cierto como entonces veremos, *los de la region propiamente forestal nunca debe ponerlos en sus manos una sociedad regularmente organizada.*

Esta es imposible sin *orden, libertad y justicia*; no se concibe la existencia de una de estas condiciones si falta alguna de las otras, á no confundirlas, como tantas veces sucede, con el *despotismo*, el *libertinaje* y la *arbitrariedad*, bases de la anarquía, como aquellas constituyen el tripode indispensable para mantener en una sociedad el equilibrio fundamental de su verdadera civilizacion.

Nada puede patentizar mejor la verdad de estas premisas, que tanto olvidan ó menosprecian ciertos economistas y muchos políticos, como el drama sangriento que hoy en Francia se está representando y el que si no lo es ahora puede serlo mañana, que mas ó menos claramente en todas las naciones se está desenvolviendo con escarnio de la adelantada civilizacion, á que algunos político-poetas suponen haberse elevado la presente generacion confundiendo como siempre cosas muy distintas.

Pues bien; si es cierto, como creemos haber antes demostrado, que de la existencia en buen estado de los montes de la region propiamente forestal, que tambien dejamos deslindada, depende en gran parte que los pueblos tengan ó nó las condiciones apetecibles y prosperen ó se vean á la miseria arrastrados irremisiblemente; obrando racionalmente, ¿podrémos poner en las manos mas ó menos prudentes del individuo tales montes para que en uso de su derecho haga y deshaga en ellos lo que bien le pareciere y mas á sus intereses pueda convenir causando con ello perjuicios á tercero?

¿Podrémos sin matar la propiedad coartarle sus legítimos derechos para evitar tales perjuicios?

¿Es posible que haya quien desconozca que no puede ser de uno aquello de que todos dependen? ¿Qué medio queda para evitar en el primer caso la anarquía y la injusticia, y ésta y el despotismo en el segundo.

Uno solo: poner en las manos encargadas de conservar el orden, en el centro de atraccion, en las del Estado los montes, de cuya buena ó mala gestion tanto depende aquel y la pública prosperidad; reducir al individuo al círculo, en que puede egercer libremente su actividad sin hacer responsables de sus desaciertos á los que no intervienen en sus actos.

Defender, como lo hacen algunos de nuestros adversarios, la conveniencia de que tales montes pasen á las activas ó febriles manos del individuo, es desconocer la mision de aquellos en la vida de los pueblos; es proclamar la anarquía cuan-

do se quiere dejar al individuo en libertad de usar y abusar *de lo-suyo*, como exige el derecho, ó llamar á las puertas de la injusticia y el despotismo, matando la propiedad, cuando se pretende sujetar sus movimientos á una fiscalizacion y á unas reglas de conducta, que burla siempre porque son contrarias á la razon y á sus intereses; es desconocer las bases fundamentales de la sociedad; es pedir en nombre de la libertad la anarquía, en nombre de la justicia y el órden la arbitrariedad y el despotismo; es en fin no saber lo que se pide, porque nadie puede con conocimiento de causa ensalzar el absurdo y la barbárie y mucho menos cuando los que lo hacen se creen solos defensores de la razon y la justicia.

Discutan pues, en buen hora si los montes tienen ó no las influencias que hemos dicho, que dispuestos nos encontrarán á mantener enhiesta nuestra bandera; pero si aquellas reconocen, lo han de hacer así mismo que constituyendo con ellas un poderoso elemento del órden social no pueden dejarse al arbitrio de individualidades, como á nadie puede ocurrirse, si está en su sano juicio, poner en tales manos la fuerza pública, la administracion y los tribunales: estos elementos, como aquel y todos los que tiendan á garantir el derecho de los ciudadanos no pueden estar en otras manos que en aquellas que representan la sociedad, esto es indudable, axiomático en nuestro concepto y si hasta ahora no se ha reconocido con relacion á los montes, es porque se ha hablado mucho diciendo poco; es que no se han expresado con claridad las premisas y las consecuencias no podian por consiguiente resultar convincentes; es porque la bandera de cada partido no presentaba á la luz del sol sus colores respectivos; por eso hemos intentado hacerlo con la que se levanta protegiendo en sus pliegues los frondosos montes y con ellos las condiciones de existencia de los pueblos, y aunque nuestras débiles fuerzas no la hayan puesto en su lugar, es posible que ya la puedan ver mas claramente muchos que la combatian, porque realmente no la conocian y ellos nos ayudarán á levantarla, para el bien de esta nacion infortunada,

estamos de ello persuadidos ; y porque estas creencias abrigamos, esperamos que si en las Cortes se levantara de nuevo alguna voz imprudente á pedir en nombre de la salvacion de la pátria la destruccion de los montes, que no á otro resultado conduciría lo que malamente se llama su *completa desamortizacion*, lo que se dice ser *una necesaria descentralizacion* ó lo que se comprende con otros pretestos semejantes, léjos de contemplar con inesplicable indiferencia el monstruoso consorcio de premisas y consecuencias, que rabian de verse juntas ; léjos de oír hasta con complacencia teorías utópicas y descabelladas, los representantes y la prensa de la nacion sabrán librarla con incontrovertibles razones y el entusiasmo del mas acendrado patriotismo del abismo, á que algunos ilusos quieren conducir y tampoco dejarán de corregir los errores de nuestra novísima legislacion para evitar las funestas y trascendentales consecuencias, que de ellos pronto han de empezar á experimentarse.

Si el ilustre repúblico que en pleno parlamento dijo que el nivel de la ilustracion española estaba muy bajo, pudiera ser juez de su causa y apreciar en su valor el de los funestos principios, que con su bandera ha introducido en las leyes que nos rigen ó regirán en breve, es seguro que se calificara con dureza y, ya que entonces no se mordió la lengua, hubiera borrado despues con la izquierda mucho de lo que su diestra mano en mal hora escribió; téngase en cuenta que hablamos como hombres de administracion y no como políticos, porque no es ocasion de hacerlo en este concepto y si nos permitimos estas indicaciones es solo por el temor de que antes que de la discusion pueda salir la luz se realicen hechos, que despues tendrian difícil si no imposible enmienda.

Lo mas estraño é incomprensible es que los que se presentan como reformadores propongan la adopcion de medidas ya completamente desacreditadas en otros paises, á que no obstante quieren imitar; que no vean en ellos desde la autocrática Rúsia hasta la mas liberal Suiza, dar al gobier-

no supremo sobre los montes de la region propia, sean ó nó de particulares, las mas ámplas facultades; que no vean los Alpes ni otras muchas comarcas de la Francia empobrecidas y miserables por los abusos de los municipios y de los particulares y la impotencia de los consejos generales (diptaciones) en vias de regenerarse por el Estado, que se ha visto para ello necesario á apelar á las mas enérgicas medidas; que no vean el resultado perniciosísimo de la desamortizacion ó mejor dicho *irracional almoneda de nuestros empobrecidos montes*; que no sepan que en todas partes hasta los individualistas mas acérrimos desde Bastiat hasta Chevalier piden no solo que el Estado conserve los montes, que tiene en la region propiamente forestal, sino que proponen la regeneracion de los en ella destruidos sea cualquiera su pertenencia; no ven que allí hasta los mas enemigos de los montes como Vallés, Vaillant y otros, reclaman su presencia en las rápidas pendientes, en las dunas y estériles terrenos de todas clases; no ven nada nuestros noveles economistas y creyendo ser muy liberales con ello; creyendo dar testimonio de unos conocimientos económicos sobresalientes y fundándose en que el que bien administra una huerta ó un campo puede hacerlo con los mas extensos montes sin tener presente sus diferencias esenciales, que sin duda no conocen, y al contemplar la sublimidad de la ley de la oferta y la demanda, que no han comprendido mejor que las verduleras de la plaza, que todos los dias la practican apreciándola en todo su valor sin haber escrito ni leído muchos libros, dando una prueba evidente de no conocer las condiciones del Estado, de los municipios y de los particulares, que el razonamiento enseña y la historia acredita quieren con la mas cándida buena fé imponer sus lucubraciones y utopías como irrefutables principios de gobierno sin imaginarse siquiera que á pasos agigantados hacen caminar la nacion á la anarquía y á la miseria mas espantosas, como comprenderán cuando podamos conseguir que miren las cosas sin el prisma de sus ilusiones, cual despues intentaremos ó, lo que será peor si no lo conse-

guimos oportunamente, cuando acabadas de secar todas las fuentes de la riqueza pátria, cuyos caudales tando disminuyen cada día, á su vista sorprendida y atónita se presente en lugar del Eden, en que creyeron convertir á esta nacion infortunada, una segunda edicion de los Alpes franceses ó de esos tristísimos desiertos, donde en otro tiempo se reunian las mas apetecibles condiciones para el desarrollo de la vida.

Aunque no existieran, pues, otras razones en su apoyo, que existen y no pocas como veremos luego, los montes de la region propiamente forestal deben, en cuanto posible sea, encontrarse en las manos del Estado, que tiene el deber indeclinable de regenerar los destruidos y de conservar mejorados los existentes, para que aprovechados con estricta sujecion á los principios de la ciencia devuelvan á los manantiales de la pública riqueza los agotados caudales y con ellos á los pueblos el bienestar y la abundancia y la armonía en sus condiciones de existencia, que lo es sine-qua-non de su prosperidad, como es tambien indudable que el hambre y la miseria y la falta de aquella por haberse desconocido las sábias leyes de la naturaleza solo en ruinas pueden convertirlos, segun el razonamiento y la historia acreditan; y es tanto mas indeclinable ese deber, cuanto, como dice Surell, es mayor la indiferencia, la apatía y la miseria de los pueblos, porque: *«la primera ley de toda sociedad es el mútuo auxilio de los asociados. El fuerte debe proteccion al débil y el rico al pobre. Este precepto se desprende de la razon tanto como del corazon; responde al interés bien entendido de las sociedades, como á los mas puros sentimientos, y la caridad en este caso no es mas que la economia política bien entendida. — ¿Qué ganaríamos con dejar perecer un departamento por seguir esta máxima de salvajes: cada uno para sí?»* y si esto dice el ilustre ingeniero con referencia á los Alpes, ¿qué no podríamos decir cuando en España no solo no se trata todavia de reedificar sino que se quiere destruir lo que en pié queda; cuando se pretende sin sospecharlo siquiera dificultar mas y mas cada día la grande obra de su regeneracion y se

conspira por todos los medios para reducirla á las tristes condiciones del desierto? ¡Ah! nuestra pluma es impotente para espresar todas las tristes consideraciones, que se agolpan á nuestra inteligencia, todas las lágrimas que anegan nuestro corazon español y las fuerzas nos faltan para que podamos decir por el momento á los reformadores, sean quienes fueren, otra cosa que :

*Deteneos en la obra de destruccion, á que os arrastran con sus utópias algunos preocupados ; dejad descansar la piqueta demoleadora y meditad, antes de aplicar á lo existente su acerada punta, si es ó no conveniente y necesario, si podeis y debeis ó no utilizar para el nuevo edificio el muro que intentabais derribar; porque si, como es posible, os equivocárais obrando de ligero, caería sobre vosotros la maldicion de los pueblos, que es la maldicion de Dios y ella apareceria escrita con tinta roja, con caracteres de fuego no solo en la historia sino tambien en la piedra que algun dia señalará en un desierto convertida nuestra pátria querida, que ya no es como en otros tiempos la de envidiable clima y suelo fertilísimo, pero que podría elevarse con el tiempo al apogeo de su prosperidad si en lugar de destruir inconscientemente, se procura devolverla sus perdidas fuerzas y condiciones, á lo que tanto puede contribuir la regeneracion de los montes en mal hora por la indolencia, la ignorancia y la impotencia de unos y las malas pasiones de los otros arruinados.*

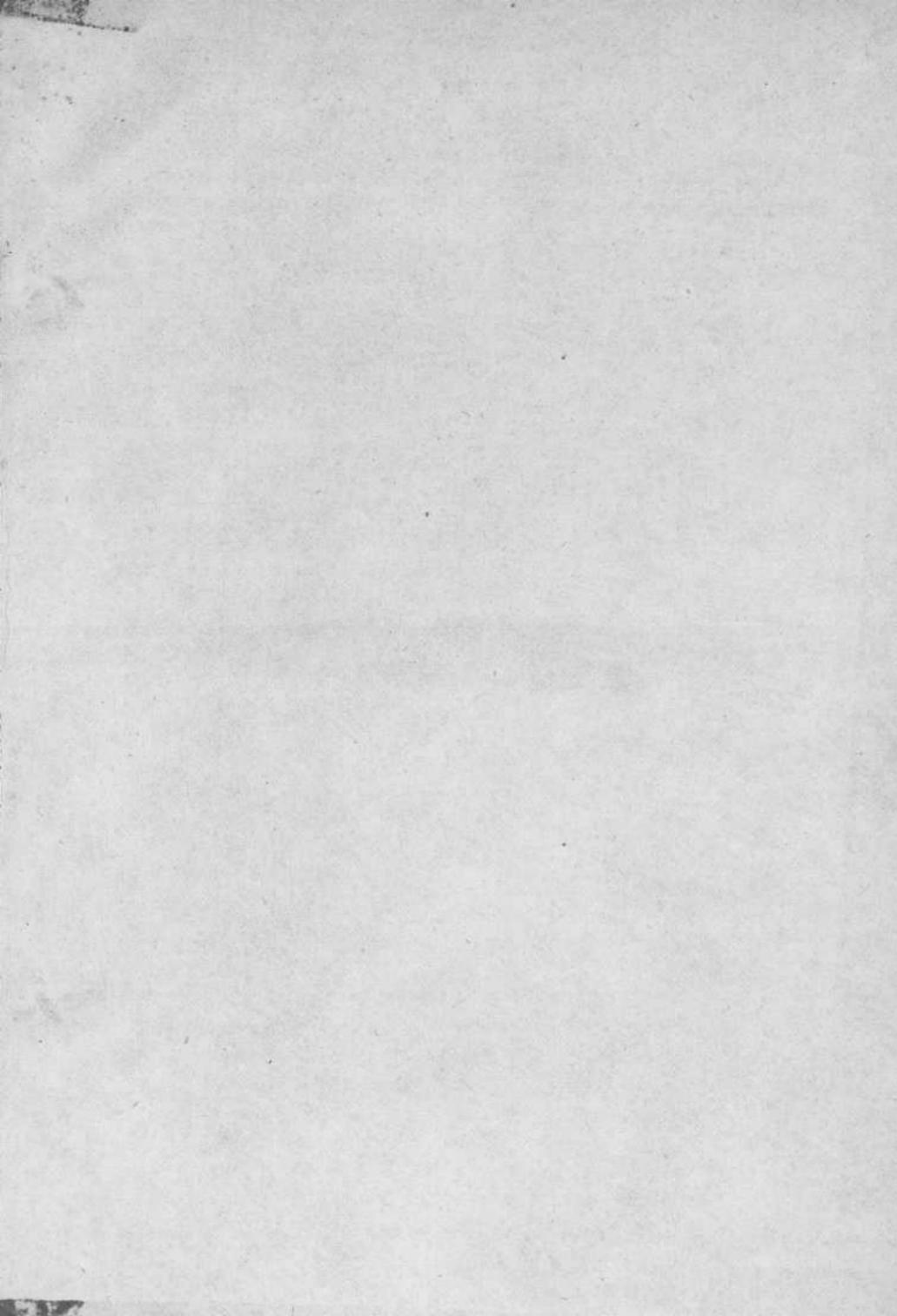
**NOTA.** En la publicacion de estos Estudios se han cometido bastantes erratas, de que las mas principales se salvarán oportunamente; pero como algunas pudieran dar lugar á equivocada apreciacion de los razonamientos, en que fundamos nuestras creencias y es muy posible que empiece la discusion del gran problema de las relaciones de los montes con las necesidades de los pueblos antes que veamos el fin de este pobre nuestro engendro, oportuno creemos corregir aquí las mas notables de las últimas que hemos podido observar hasta ahora,

En la pág. 188 línea 1.<sup>a</sup> se dice «*varios* factores del clima» en vez de decir: «*condiciones todas de existencia de los pueblos;*» en la pág. 225, línea 9, en lugar de 7°15 debe decir 7°50; en la 290, línea 32, donde dice «*agua que cae debajo de*» debiera decir «*agua retenida por;*» en la pág. 298, línea 13, en lugar de «*los tres*» debe decir «*los dos;*» en la 336 línea 1.<sup>a</sup>, donde dice «*constancia en la duración y*» debiera decir «*constancia y duración en la;*» en la 373, línea 10 de la nota, en lugar de «*mm es decir de carácter torrencial que*» debe decir «*mm y cuyo carácter torrencial;*» en la pág. 421, línea 10, en vez de «*de 45 á 50*» deba decir «*de 45 á 30*» y en la 423, línea 11, donde dice «*de 50 milímetros*» debiera decir «*de 30 milímetros.*»

The first of these is the fact that the  
 government has been unable to raise  
 the necessary funds to meet its  
 obligations. This is due to a  
 combination of factors, including  
 the high cost of borrowing and  
 the low level of tax revenue.  
 The second major problem is the  
 inflationary pressure which has  
 built up over the years. This  
 has led to a steady increase in  
 the price level, which has  
 eroded the real value of the  
 government's debt. The third  
 problem is the growing public  
 sector, which has become a  
 major drain on the national  
 economy. The government has  
 been unable to control its  
 spending, and this has led to  
 a rapid increase in the size of  
 the public sector. The result  
 has been a severe balance of  
 payments crisis, which has  
 forced the government to seek  
 international assistance.









RUIZ AMADO

ESTUDIOS  
FORESTALES

2065