

Carmen Martin Gaité - 6º Curso

Agricultura.

2º Cuaderno.



"Agricultura"

2º Cuaderno

Carmen Martín Gaité

Meteorología y Climatología agrícolas = Son otras dos ciencias al auxilio de la Agricultura.

La primera tiene por objeto estudiar la atmósfera y los fenómenos de ella que afectan a la vida de la planta.

Atmósfera: Constitución y composición. Atmósfera es la capa gaseosa que envuelve nuestro planeta y que según algunos se continúa entre los espacios interplanetarios; es decir que no tiene límite.

A partir de las capas comprendidas hasta los 8 ó 10 kms; y pasando de estas los fenómenos que se verifican influyen poco en la vida del vegetal.

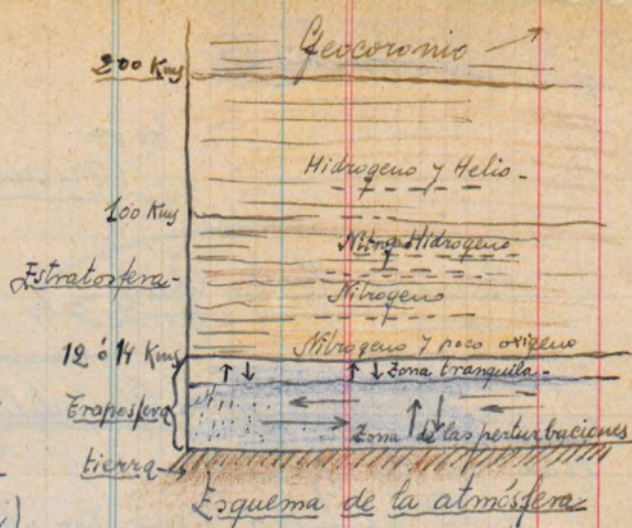
Dividiremos la atmósfera en capas teniendo en cuenta su altura:

a) A partir de la superficie del suelo hasta los 12 ó 14 kms esta porción se llama troposfera y es desde luego la más interesante por influir

2)

en los vegetales y animales. (Es la parte afectada por los cambios atmosféricos.)

Esta troposfera se divide en dos partes. La primera hasta los 10 kms aproximadamente llamada Zona de las perturbaciones atmosféricas en la cual tienen lugar todos los fenómenos y cambios. Las nubes más altas que conocemos (Cirrus) llegan como maximum hasta los 8 ó 10 kms. de altura. Aquí la atmósfera no es tan cálida y tienen lugar corrientes o cambios de lugar del aire debido a trasladados en distintos sentidos (horizontales y verticales) o a permutaciones entre el aire caliente y el frío, en lo cual influye la diferencia de densidad y la convección. Esto es lo que llamamos propiamente viento. En esta zona de las perturbaciones se verifican todos los cambios atmosféricos de granizo, lluvia, rocío, escarcha, nieve, tormentas etc. — En la 2ª parte de la troposfera que ocupa las zonas altas también tiene el aire traslaciones de lugar pero se limitan a corrientes ascendentes y descendentes. Zona llamada zona tranquila o de las calmas.



Después, por encima de los 14 kms se encuentra la estratosfera. Se conoce por ascensiones arriesgadas llevadas a cabo y por ellas se sabe que aquí el aire está dispuesto a manera de capas o estratos (de aquí su nombre) es decir que aquí el aire tiene una tranquilidad y un reposo absolutos, ya que los gases que componen el aire se disponen en parte por orden de densidad. En la troposfera los componentes principales son el nitrógeno y el oxígeno, cuya proporción puede variar dentro de muy estrechos límites. En la estratosfera, como el oxígeno (densidad 1'1) es más denso que el nitrógeno (densidad 0'96) ya se verifica en parte una variación en la composición; el ambiente se va tornando más pobre en oxígeno y se va notando un enriquecimiento relativo en nitrógeno. A medida que nos elevamos en las capas altas de la estratosfera casi todo el aire estará constituido por nitrógeno y el oxígeno se irá haciendo escaso hasta que llega un momento en que desaparece. Si seguimos elevándonos, entonces aparece un nuevo gas - el hidrógeno - que es el menos denso y es natural que abunde en las capas más altas; ya aquí el aire tiene de nitrógeno tan solo un

4)

3 o 4 por ciento. Podemos suponer que a los 100 Kms de altura no posee nada de nitrógeno y a partir de aquí hasta los 200 Kms el aire está constituido en ~~su~~ su totalidad por hidrógeno y helio. Después de los 200 Kms se sospecha que la atmósfera termina o se admite un gas (hipótesis parecida a la del eten) que se ha llamado geocoronio o coronio de la tierra.

La temperatura va disminuyendo a medida que nos elevamos; por cada 180 metros elevados desciende medio grado. Se cree que a los 80 Kms será ya de 50 grados bajo cero.

Composición del aire en la troposfera - Son las capas bajas o troposfera las que nos interesan por afectar a la vida de las plantas cultivadas.

En su composición entra en primer lugar el nitrógeno, que es el que más abunda en una proporción mayor que los demás: En volumen entra en una proporción de un 78%. Como la densidad del nitrógeno es 0.96 multiplicando la proporción de volumen 78×0.96 nos resulta aproximadamente un 76% que es la proporción de peso - El oxígeno en volumen entra en la proporción de un 21%. Multiplicada esta proporción de volumen por 1.1 (densidad el

del oxígeno con relación al aire) se obtienen 23% para la proporción de pes. Como vemos el aire está constituido casi en su totalidad por estos dos elementos. Queda un resto de 1% aproximadamente para los demás elementos duros que intervienen en escasa proporción. Pero de ellos hay algunos importantes para la vida del vegetal tales como: El anhídrido carbónico. En una proporción de 0'03% ó 0'04%; es decir que por cada 10 000 m³ de aire nos encontramos tres ó cuatro de CO₂. Tambien existen pequeñas cantidades de vapor de agua. Se encuentra además un cuerpo poco importante para la vida de las plantas, uno de los gases nobles que entra en la proporción bastante considerable de cerca de un 1%; En la vida de las plantas no realiza ninguna misión o se desconoce esta: Es el argon. Existen tambien en la atmosfera pequeñas cantidades de: Neon, Criptón, Xenon, Helio y el Fluor así como vapores o compuestos nitrosos, nitricos y amoniacales.

Vamos a ir dando una idea de cada uno de estos elementos:
El nitrógeno (N) es un elemento inerte, que se caracteriza en Quimica por su pasividad, es decir que difícilmente se combina espontaneamente con otros

6)

cuerpos. Es útil porque frena o disminuye la excesiva actividad y energía del oxígeno. No se podría vivir sin este atenuante solo con la oxidación enérgica sobre los tejidos, es decir que el nitrógeno hace posible la existencia de los seres vivos. Hay vegetales que lo absorben directamente como los del grupo de las leguminosas que, gracias a unas bacterias que con ellas viven pueden absorber y fijar el nitrógeno. Hay también bacterias algas y seres microscópicos que viven en el suelo y fijan el nitrógeno del aire. * Este gas, por otra parte, uniéndose con el oxígeno forma compuestos nitrosos y nítricos, para la formación de los cuales se precisan descargas eléctricas. Solo cuando la atmósfera está cargada estos dos gases se combinan formando anhídridos nitrosos y nítricos, los cuales con agua forman los ácidos nitrosos y nítricos respectivamente, que con el amoníaco dan nitrato y nitrato amoníaco. Estos son arrastrados por el agua, la que los fija en el suelo.

Oxígeno (O.): Es indispensable para la vida de todos los seres oxidables, en los que están incluidas las plantas cultivadas y un sin número de bacterias indispensables para la vida de las plantas. El nitrógeno orgánico no

puede ser asimilado por las plantas ya que estas solo se alimentan de materia mineral. En este caso el nitrogeno organico se transforma en mineral, gracias al oxigeno. Este elemento interviene tambien en toda la oxidacion de la materia organica: Todos los restos vegetales y animales del suelo y los elementos que ellos poseen no pueden ser utilizados por las plantas si no se desmoronan y transforman en sustancias mas sencillas (mineralizacion); esto se verifica gracias a bacterias que viven en el suelo, por la accion del oxigeno del aire. Por ultimo el oxigeno influye tambien mucho en la digestion externa de tal modo: que los elementos quimicos: metales y metaloides se oxidan y transforman en oxidos y anhidridos. Los 1º son ya compuestos solubles, mas blandos y facilmente atacables. Los anhidridos se unen al agua y forman acidos, los cuales contribuirán a disolver las materias del suelo. Por la accion de este oxigeno los sulfuros se transforman en sulfatos, muchos de ellos ya solubles, blandos y facilmente atacables: v.g. La pirita (bisulfuro de hierro) en sitio humedo se desmorona y transforma en caparrosa verde - El oxido ferroso - y los oxidos de muchas sales ~~sales~~ de los compuestos ter-

8)

minados en oro (hierro, estaño, mercurio...)—por la acción del oxígeno se oxida y se transforma en óxido ferrico; Es un proceso que interviene en la formación de las tierras de labor. (putrefacción).

Anhidrido carbónico (CO_2) Entra en muy pequeña proporción pero como constantemente se está renovando sirve perfectamente para proporcionar carbono. Procede siempre de la tierra o sea de procesos que tienen lugar en esta: En la combustión de la materia orgánica hay siempre desprendimiento de CO_2 ; En la respiración tanto oxibiótica como anaerobiotica es siempre uno de los productos resultantes. Desprendimiento de este gas hay también en muchas fermentaciones como en la alcohólica sufrida por la glucosa.

Desde luego de todas las fuentes de CO_2 la más importante es la de las emanaciones volcánicas: los volcanes en sus fumarolas (sobre todo en las frías, a baja temperatura) tienen como principales componentes CO_2 y vapor de agua. Los volcanes son las principales fuentes que nutren a la atmósfera de este gas. Como el anhidrido carbónico tiene mayor densidad que el aire es indudable que se encontrará preferentemente y con más abundancia en

Las capas bajas que en las altas. Si todos estos fenomenos citados están dando lugar a desprendimiento de anhídrido carbónico, parece que el aire debiera enriquecerse en este gas; Sin embargo por la fotosíntesis el CO_2 es absorbido por la planta, que desprende oxígeno; Así pues el vegetal contribuye a que el aire no se enriquezca en este gas; pero son sobre todo los mares y océanos los que regulan la proporción de CO_2 . (Las plantas solo no bastarían para mantener fija esta proporción). Los mares llevan en disolución en sus aguas diversas sales (carbonatos alcalinos: - de sodio, potasio y calcio-) los cuales son los reguladores de la cantidad de CO_2 , de tal modo que si este elemento abunda en el aire se fija sobre los carbonatos, es decir es absorbido por el agua del mar y al unirse a los carbonatos los transforma en bicarbonatos; Si por el contrario la cantidad de CO_2 disminuye entonces la reacción es al contrario: los bicarbonatos se descomponen desprendiendo anhídrido carbónico y quedan en carbonatos. La proporción de CO_2 indicada es se refiere al hemisferio norte; en el sur hay un poco menos: de 2 a 3 centesimas y esto tratan de

explicarlo algunos por el predominio de los mares sobre los continentes en este hemisferio. Es grande la influencia del CO_2 en la vida de los seres vivos: 1.º Este gas mas el vapor de agua constituye una capa protectora alrededor de la Tierra, que impide que esta se caliente rapidamente durante el dia y se enfrie repentinamente al llegar la noche; es decir que las temperaturas no son tan extremas gracias a él. Algunos han hecho cálculos de lo que ocurriría si el CO_2 se duplicara y han hallado que aumentaría la temperatura media en 4° ; nos dicen que si, por el contrario, desapareciera, la temperatura descendería en 21° . En la era primaria y periodo carbonifero esta cantidad tenía que ser mayor que ahora; por eso habia mas temperatura y mas exuberante vegetación. El CO_2 protege, pues, a la tierra de la perdida de calor por irradiación. 2.º Por otra parte es fuente de carbono, de donde las plantas que tienen color verde toman este elemento. 3.º Además el CO_2 tiene una función indirecta: interviene en la digestión externa.

Vapor de agua (H_2O). Hacíamos de decir antes que junto con el CO_2 constituye una pantalla protectora de la tierra. Por otra parte gracias a él

tienen lugar los meteoros acuotos, que estudiaremos mas tarde - Por último también interviene en la digestión radicular: - muchos minerales se hidratan y se transforman en sustancias mas blandas, algunas de ellas --

Los gases nobles. [Ar, Ne, Kr, Xe, He] no tienen interes en la vida de las plantas.

Los compuestos de nitrogeno. Existen en la atmosfera en pequeña proporción principalmente el nitrato y el nitrato amónico y el carbonato amónico:

$\begin{matrix} NO_3 \\ NO_2 \end{matrix} \} NH_4 - CO_3 (NH_4)_2$ - El amoniaco es de origen terrestre, se origina en muchas descomposiciones. $N + O = \begin{matrix} N_2O_3 \\ N_2O_5 \end{matrix}$ (ver pag 7*)

Estos dos gases (N y O) para combinarse precisan descargas electricas, es decir que suelen unirse en época de tormentas y estos compuestos son arrastrados por el agua de lluvia enriqueciendo el suelo pero en cantidades pequenísimas: Se admite por algunos agronomos que por este procedimiento las tierras se enriquecen por año y por hectarea en 12-14 kgs de nitrogeno. Esta cantidad es mucho mayor en los países tropicales debido a las tormentas mas fuertes y frecuentes.

El enriquecimiento de estas tierras es de 70-80 kgs. Si así ocurriera en nuestro país, no necesitaríamos abonos nitrogenados.

Ozono. (O_3) Tampoco se conoce la influencia que puede tener en la vida de los vegetales. Se forma sobre todo en las capas altas de la atmosfera, en las cuales parte del oxigeno se oxoniza (al pasar por los rayos ultravioleta.) Este ozono llega a nosotros por las tempestades y entonces notamos un enriquecimiento en ozono, aunque en cantidades pequeñas. A medida que aumenta la cantidad de ozono disminuye la de CO_2 , es decir que hay una relación de razón inversa entre ellos, lo cual es comprensible ya que el origen de uno y del otro se origina en las regiones mas elevadas de la atmosfera.

Factores que intervienen en la vida de las plantas =

En primer lugar intervienen los factores luz y calor. Ambos factores tienen el mismo origen; proceden del sol que nos envia sus rayos, radiaciones que se nos manifiestan en forma de energias calorifica y luminosa. Se distinguen las radiaciones infrarojas caracterizadas por el mucho calor que proporcionan y las ultravioletas por su gran energia quimica y por ser abioticas (impiden la vida de los seres): afortunadamente no llegan a nosotros; si llegaran no podriamos vivir.

La luz influye en las plantas, sobre todo en las verdes. Las plantas amigas de la sombra no necesitan mas que una luz tenue. Para las hetero es la luz indiferente e incluso dañosa. El efecto de la luz es una disminucion en el crecimiento del vegetal. Las plantas crecen mucho mucho, mas en la oscuridad pero se desarrollan enfermas, cloróticas y acaban por morir; las plantas se tornan sin clorofila y los tallos se desarrollan mucho en longitud (ahilamiento). En plena luz la planta crece menos pero vigorosa y bien constituida.



Cuando una planta se coloca de tal modo que esté desigualmente iluminada el tallo se encorva para recibir igualmente los rayos solares y es debido a que la parte posterior A, menos iluminada crece más que la B (FIG 1).

Por eso se explica que en los bosques espesos en que apenas penetra la luz del sol los troncos crezcan más rápidamente, porque buscan la luz, todos desean ser los primeros y recibir mas luz que los que se retrasen en el crecimiento. De aqui que el hombre cuando quiere tener fibras largas y que no le interesa sean muy consistentes hace las siembras

muy juntas (plantas textiles). Que la planta que se desarrolla en la oscuridad se torna blanca, es lo aprovecha el hombre para plantas que le interesa que se tornen de hojas blancas, tiernas y jugosas (cardos, escarolas, apios, lechugas etc) y lo consigue atando las hojas o recubriendolas de tierra.

La luz influye tambien en la función clorofilica, en la floración para la que se requiere una luz apropiada, y en la maduración. Para la germinación no hace falta la luz: No es que perjudique a las plantas, pero estas no la precisan. Se exceptúan las plantas no fanerógamas o serófilas que viven en sitios poco iluminados. [Los animales tambien se desarrollan bien a la luz, no siendo los que viven en subterranos a grandes profundidades, que ellos mismos excavan]. La luz es la que produce el color tostado de la piel, no el calor. (Los alpinistas se tuestan en las altas montañas y allí no hace calor pero hay luz). La luz es sobre todo interesante porque gracias a ella las sales de calcio son asimiladas; la vitamina solo se desarrolla cuando los animales hacen la vida al aire libre (raquitismo). -

El calor. Indudablemente todo el que reciben las plantas y seres procede del sol. Tambien existe en la tierra un cierto calor interno (5° 6°) pero es no puede influir en la superficie. El sol nos envia una cantidad de calor enorme, de la cual nos llega solo una parte relativamente pequeña. Suefen ser unas 25 calorías por metro cuadrado lo que la tierra recibe del sol. (Esta cantidad varia mucho: es la media). No se calienta igual la tierra por efecto de los rayos perpendiculares que de los mas o menos oblicuos: A la hora de la puesta de sol es lógico que este calentará menos. La cantidad de calor que el sol nos envia en un año sería capaz de fundir una capa de hielo que envolviese a la tierra, de 46 m. de espesor. — Para medir la cantidad de calor se emplean los actinómetros, que pueden ser de distintos modelos. El mas corriente es el ~~de Dulong~~ usado en el servicio meteorológico español (de Dulong y Fraun)

Consiste en dos termómetros colocados sobre un soporte. Uno de ellos (E) tiene su deposito recubierto de una lámina de plata, sin mas objeto que rechazar los rayos que lleguen para que el mercurio interior se caliente lo menos posible. Para conseguir esto también se intro-

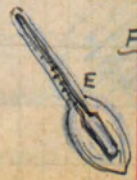


Fig. 2

duce el termómetro en una especie de bombilla en cuyo interior se ha hecho el vacío.

En cambio el otro termómetro (c) se quiere que absorba la mayor cantidad posible de rayos de sol y de calor; para este efecto se recubre el depósito de este 2º termómetro de una capa de negro de humo, que por su color y naturaleza absorbe todos los rayos de sol y radiaciones caloríficas que a él llegan y se calienta mucho más que el otro. Marcarán, pues, temperaturas distintas.

Este dato de la cantidad de calor no es muy interesante. Lo que interesa mucho más es el calor relativo o temperatura que no es lo mismo. Calor es una energía.

Temperatura es una propiedad. Este factor se tiene más en cuenta en climatología, quizá porque es más cómodo de medir. Al calor hay que unirle el factor humedad y el factor presión atmosférica. Hay que tener en cuenta la medida de estos tres factores y sus variaciones que entran en la formación de un clima.

Clima es el estado medio de la atmósfera en una región (por estos 3 factores)

El factor temperatura se mide por los termómetros (Centígrado, Reaumur y Fahrenheit). Aparte de estos termómetros los que más nos interesan son los termómetros de máxima y de mínima. En primer lugar es intere-

sante conocer la temperatura maxima y la minima habidas en 24 horas y asi se halla luego la media. Para unificar las temperaturas en los distintos lugares se dan unas instrucciones en el servicio meteorológico español.

Se procede colocando los aparatos en unas garitas de madera llamadas meteorológicas sostenidas por cuatro pies derechos a la altura de $1\frac{1}{2}$ m ó 2 m. La garita suele tener 0'50m ó 0'60 m de altura. En las paredes hay a manera de persianas antiguas; de tal manera que los rayos de sol inciden en ellas, pero en el interior no entra mas que una luz difusa. La puerta principal de la caseta (por donde se meten y sacan los termómetros) debe orientarse al norte y la garita no debe colocarse aislada por completo. (junto a un arbol. etc)

Dentro de ella se colocan los termómetros de maxima y de minima. El 1º es de mercurio y lleva una burbujita de aire que puede correr al dilatarse el mercurio, empujando otra porción de mercurio que hay tras ella, con lo que esta porción queda siempre en la mayor altura. El de minima es de alcohol y lleva un indice o carrete muy ligero (suele ser de marfil) sumergido en el liquido: Al descender este, la pellicula que forma el menis-

es arrastra al índice pero al ascender no le mueve, quedando en la temperatura mas baja alcanzada. Se ponen ambos en un cuadrilátero. La temperatura media se halla sumando las dos y ~~se~~ encontrando la mitad. La mínima se refiere siempre al mismo día de la observación (de madrugada). La temperatura máxima se refiere al día anterior.

También hay otro dato importante que es la variación. La temperatura media puede ser en el día o en el año; (esta se halla sumando las medias de los días, luego las de los meses.) -

Pues bien; la variación consiste en hallar la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima: $T_{max} - T_{min} = \text{Variación}$. Esto tiene bastante importancia: v.g. Barcelona y Madrid tienen la misma media anual pero distinto clima y variación. Existe un aparato llamado termógrafo que va rayando en un papel la curva de las temperaturas y mide las variaciones.

Con estos datos podemos unir en un mapa los puntos geográficos que nos hayan dado igual temperatura media anual (Curvas isotermas).

Cuando los puntos unidos gozan de igual temperatura máxima hay li-

neas resultantes se llaman isóteras. ^(en verano) Si se refiere a puntos de igual temperatura mínima se llaman curvas isóquimeras.

Como tiene lugar la distribución de la temperatura en la superficie terrestre. En esta distribución intervienen varios y diversos factores:

Latitud. Los rayos del sol llegan normales al ecuador y alcanzan en los polos la mayor oblicuidad. La influencia de este fenómeno se pone de manifiesto por la ley de Lambert que dice "La cantidad de calor que recibe una superficie está en razón directa del seno del ángulo con que inciden los rayos". Esta es la principal razón por la que el ecuador se calienta más que los polos.

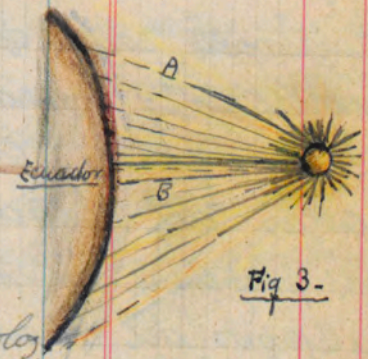


Fig 3-

Por otra parte además la atmósfera absorbe el calor que los rayos llevan consigo y cuanto mayor sea el espesor de atmósfera que las radiaciones tienen que atravesar mayor es la pérdida de energía. Las radiaciones A (Fig 3) que van a los polos tienen que atravesar más cantidad de capas de atmósfera.

Si no existiera otro factor más que la latitud que interviniese en la

distribución de la temperatura, las líneas isotermas coincidirían con los paralelos y marcarían temperaturas más elevadas cuanto más cerca del ecuador.

Relieve. Existe e influye también en forma de continentes, mares y altitud. Las asperezas no tienen importancia dado el gran radio de la tierra. (En relación se ha comparado con la superficie de una naranja o, más acertadamente, con la de un huevo). - Pero en este caso sí tienen importancia tales asperezas y grande, porque a cada 180 m que nos elevamos la temperatura un grado. Esto nos explica como es posible que en regiones muy altas del ecuador haya lugares de nieves perpetuas. Esta región de nieves perpetuas no necesitará tanta altura para existir a medida que nos alejemos del ecuador; es decir que estará tanto más baja cuanto más nos separemos del ecuador; (aunque hay excepciones) -

También influyen los continentes y los océanos. - El calor específico del agua es mucho mayor que el de la tierra, luego para llegar a una temperatura determinada necesita absorber más calor la tierra -

Así, donde predominan los mares la temperatura no sufre esas varia-

ciones tan bruscas y grandes ya que el agua es como un regulador y no se enfría rápidamente como la tierra. - En el agua de los mares y océanos aparte de los movimientos característicos de oleaje y marea influyen las corrientes marinas, a manera de ríos que van por el interior del mar. Unas veces mas fría que la del resto del agua y otras veces mas caliente.

Esto necesariamente tiene que influir: N^{va} York y Londres estan situadas en igual latitud y sin embargo tienen distinta temperatura. Por la parte ^{de} aguas de N^{va} York, paralela a la Galicia circula la corriente caliente del Gulf Stream - y por Londres la corriente del Labrador, que baja fría del Polo Norte - - La temperatura es el mas importante factor que interviene en la clarificación del clima. X

El factor presión atmosférica: A las variaciones de presión es debido el viento. La presión atmosférica se mide por medio de los barómetros.

Para hacer una medida barométrica perfecta se debe procurar en primer lugar que el aparato ofere una ranura anterior que coincide con otra posterior. En la medida exacta, ya que el mercurio forma un menisco ca-

pilar debemos fijarnos en la división que coincida con la base de este. Si no coincide justamente el aparato debe llevar un pequeño nonius que corra por el exterior del barómetro. (La vista a igual altura que la base del menisco).

La corrección de temperatura: Si el mercurio se calienta por efecto de la temperatura exterior, disminuye su densidad y entonces sube para equilibrarse.

Para esta corrección, si no disponemos de unas tablas de doble entrada que tienen en cuenta esta ~~otra~~ circunstancia aplicaremos la fórmula: $h_f = h_0 (1 + k.t)$

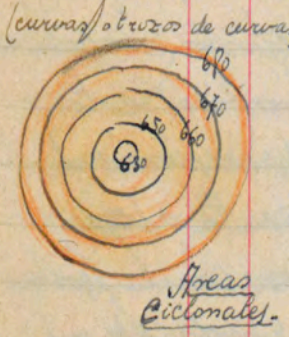
de donde $h_0 = \frac{h_f}{1 + k.t}$. Hecha esta corrección se hace la instrumental, debida al aparato empleado que puede tener error, para ello se le pone junto al del Observatorio meteorológico Central para contrastarle. Por último:

La corrección de altura: Si no se usa el barómetro a nivel del mar todas las medidas se han de referir a dicho nivel ya que hay que tener en cuenta que, como la acción de la gravedad disminuye con la altura el mercurio no pesa lo mismo en una estación elevada que a nivel del mar.

Para esta corrección, si no tenemos unas tablas análogas a las de doble entrada, basta con saber que por cada 100 m que nos elevemos es un

mm lo que la presión disminuye, pero esto no es exacto.

Uniendo todos los puntos que han estado igual presión se han logrado unas curvas llamadas isobaras, la situación de las cuales es muy importante para la predicción del tiempo. (Cuanto antes se anuncie esto se presta un gran servicio a la agricultura y a la navegación aérea. Suelen ser concéntricas)



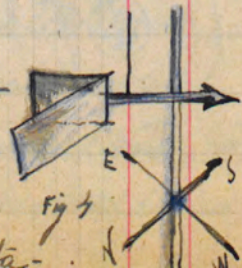
Basta verlas para darnos cuenta de que hay unas áreas en que la presión es diferente que en otras. Las 1^{as} van disminuyendo de presión a medida que nos acercamos al centro (Áreas cíclicas o de baja presión). En las otras, en cambio, pasa al contrario: Tienen mas alta presión que el barómetro y aumentan según se acercan al centro (Áreas anticíclicas o de alta presión.)

Estas isobaras se trasladan y originan perturbaciones. Esto tiene influencia en el traslado del aire y distribución del viento. Según parece, y así debía ser si no existieran causas modificadoras, que el viento debía marchar en

línea recta del anticiclón al ciclón. Pero la tierra se mueve y el viento no puede sustraerse a esta acción (obstáculos en su camino, encuentros contra corriente de dirección distinta). La ley de Buys-Ballot nos dice: "La dirección que suele llevar el viento y su desviación: "Para nuestro hemisferio Norte, si un observador se coloca cara al viento; delante, a su izquierda tiene las presiones altas (anticiclones) y detrás a su derecha las presiones bajas (areas ciclónicas)". También esta variación es debida a que el viento a los ciclones no llega precisamente con dirección de radio sino divergiendo y con movimiento algo arqueado. En cambio el viento que sale del anticiclón lo hace convergiendo.

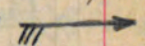
La diferencia de presión entre dos puntos que distan un grado de meridiano es constante (111,111 m. aproximadamente) Esto se conoce con el nombre de gradiente.

La dirección del viento nos la dan las veletas. Su fundamento es un ángulo diedro del centro de cuya arista sale horizontalmente una barra con una flecha que puede girar alrededor de



un soporte o eje vertical, impulsada por el viento. La flecha queda siempre indicando la dirección en que viene el viento. porque es entonces únicamente cuando las caras del diedro reciben igual presión y la veleta se para. En el mismo eje vertical puede llevar una cruz con los cuatro puntos cardinales. (acepicio).

Para las direcciones del espacio suele emplearse la rosa de los vientos: y los marinos no les es suficiente con esta y las miden por grados.

En las hojas meteorológicas el viento se representa por una flecha, que en el extremo lleva una, dos o tres barbillas para indicar su velocidad: 

Según la velocidad se hacen diferentes tipos de viento: a) Calma. - (Se ve que no se mueve el humo de las chimeneas) - b) Lebil. - Se 0 a 4 mms de velocidad - c) Moderado. - de 4 a 8 mms (Se mueven las hojas y ramas débiles) - d) Fuerte - de mayor velocidad: de 8 a 16 mms. Muy fuerte de 16 a 32 mms. Huracán ^{ciclón} _{tifón}

Para medir la velocidad del viento se emplean unos aparatos llamados anemómetros, consistentes en una barra provista de unos casquetes semiesféricos, que giran adquiriendo un movimiento de molino. Este movimiento se puede registrar



Anemómetro -
Fig 5.

por medio de una cremallera o un tornillo sin fin. El anemógrafo va registrando gráficamente la velocidad horizontal del viento: va marcando una curva sobre un papel en la cual gráfica se distinguen la velocidad y los cambios de dirección.

Los vientos se clasifican en constantes periódicos y variables locales.

Los constantes, son vientos que soplan siempre en la misma dirección. Dentro de estos se distinguen los alisios y contralisios, debidos a la diferencia de temperatura entre las regiones tropicales y glaciales de nuestro planeta. Lo cual determina una corriente fría de los polos al ecuador desviada hacia el este por la rotación de nuestro planeta, tanto que antes de llegar al ecuador es casi paralela a este (alisios). Y otra corriente caliente que sopla del ecuador a los polos por haberse formado en estos un vacío que la corriente de aire que viene del ecuador, tiende a llenar (contralisios).

Entre los vientos periódicos, son los principales los monzones y las brisas. Los primeros son vientos que se producen siempre entre un continente y

Los que han subido al Ce. en Canarias han observado que según suben el viento que reciben son los alisios. En los 1500 m el viento cambia de dirección: empiezan a percibir los contralisios.

un mar u oceano, soplan seis meses del mar a la tierra y otros seis de la tierra al mar; Esto se explica porque, dado el gran calor especifico del agua, en verano se caldea mas el suelo que el mar y en invierno se enfria mas rapidamente. (Se presentan en el oceano Indico, mares de China y Golfo de Guinea) En muchos sitios pasan desapercibidos los monzones por predominar otros (Africa) En Asia los monzones se unen a los alisios y la velocidad origina los tifones de los mares de China. (terribles) Analoga explicación tienen las brisas por el diferente calentamiento diurno del mar y la tierra. (Las mas conocidas son las marimas; tambien pueden ser entre valle y montaña). Los vientos variables o irregulares no obedecen a reglas determinadas, teniendo por origen causas accidentales que a veces engendran potentes centros de presión dando lugar a tempestades, trombas... etc.

Factor temperatura - Las dos temperaturas influyen enormemente en la vida de los vegetales. Tambien influye el calor o temperatura en lo que se llama materia integral térmica, que es el n.º de grados que tiene que absorber un vegetal desde

que germina su semilla hasta que se recolecta su fruto. En la función clorofílica también influye el factor temperatura, por bajo de 5°

Para la floración el vegetal necesita una cierta cantidad de calor, aunque principalmente lo que más se necesita es luz. Desde luego cuando más calor necesita el vegetal es en la maduración.

Factor viento. Los vientos también ejercen influencia en la vida del vegetal. Si es moderado es beneficioso. El aire nuevo aporta CO_2 , facilita la transpiración y transporta los granos de polen. Si plantas de una misma especie son plantadas en un valle y en una colina, en tiempo de helada las 1^{as} se hielan, mientras que las de la colina no, debido a que siempre hay un poco de viento.

Este viento sobre todo a las plantas jóvenes les es muy útil pues hace que el vegetal desarrolle más sus tejidos y raíces. El viento, sin embargo, es también perjudicial porque lo mismo que transporta granos de polen puede transportar también gérmenes de parásitos y semillas de mala hierba.

Si el viento es muy fuerte puede llegar a romper los órganos débiles (brotes nuevos). Si es seco, abrasador, puede producir la destrucción de

La maduración de los frutos y si es demasiado fuerte se producen los efectos del huracán rompiendo ramas y arrancando árboles. En algunos sitios en que el aire sopla fuertemente y es seco para que las plantas puedan vivir hay que protegerlas. Para las especies arbóreas se hacen surcos separados por serpeyones o partes elevadas y en su fondo se coloca la planta.

Humedad atmosférica. Es un factor debido al agua que existe en el aire. Se consideran dos clases de humedad: Absoluta y relativa. La 1ª es un dato poco interesante bajo el punto de vista meteorológico y es la cantidad de vapor de agua que existe en un volumen determinado de aire. Esta humedad se mide por medios químicos, que consisten en hacer pasar una cantidad de aire a través de unos tubos de piedra pómez impregnada en SO_4H_2 . Se pesan estos tubos antes y después del paso del aire y se ve la cantidad de vapor de agua. Es mucho más interesante la humedad relativa, la que nos dice cuando se va a producir el meteoro venoso, es un dato interesantísimo para la predicción del tiempo y es la relación entre el vapor de agua que contiene el aire y el que contendría si estuviese saturado.

A mayor temperatura el aire es capaz de contener mayor cantidad de vapor de H₂O sin que se condense mientras que a baja temperatura ocurre lo contrario; luego quien nos dice si un aire va a saturar es la humedad relativa. El procedimiento será determinar la humedad absoluta y dividirla por

Para esto se utilizan los higrómetros y psicrómetros.

Los 1^{os} son aparatos que nos dan una idea basta pero exacta y verdadera de esta humedad. Nos dice si esta es muy grande o pequeña, es decir si el estado higrométrico está cerca o lejos de la saturación. Si una atmosfera está saturada se dice que está a 100° higrométricos. Y si no tiene nada de saturación, a 0° higrométricos. Hay sustancias higrométricas, como la sal, que nos pueden servir de higrómetros. Estos se fundan en la propiedad que tienen los cabellos desengrasados de que cuando se humedecen acortan su longitud y cuando están secos están mas flojos.

Los psicrómetros. son unos aparatos que se utilizan en los ob-



Psicrómetro

servatorios y cuya medida es mas exacta. Los hay de varios tipos. El que se utiliza en el Servicio Meteorológico español consta de un soporte que suele ser de madera, en esa tabla vertical lleva dos termómetros corrientes exactos que marcan la temperatura y son de mercurio o de alcohol. El depósito de uno de ellos va envuelto en una manta de muselina y algodón que va a terminar a una vasija que contiene agua. A este se le dice termómetro húmedo; el otro termómetro se llama seco pues su depósito está descubierta. Como la muselina por la capilaridad absorbe agua mantiene húmedo el depósito del 1.^{er} termómetro. Si el estado higrométrico es seco la evaporación del agua que absorbe será rápida y cuanto mas lo sea mas baja es la temperatura que marca el termómetro. Si llamamos t y t' a las temperaturas de ambos termómetros por la diferencia $t - t'$ se calcula facilmente el estado higrométrico en cada caso. Si esta diferencia es muy pequeña el aire estará próximo a la saturación.

Condensación del vapor de agua. - El vapor de agua que existe en el aire no se conserva siempre sino que en determinadas condiciones se condensa o licua. Esta condensación es favorecida por diversos factores: Uno es la

presencia del polvo atmosférico. Como su calor específico es mayor que el del agua se licua. La presencia de iones negativos también influye, cuantos más iones existan en la atmósfera más fácilmente se verificará la condensación.

De todos estos factores el que más influye es el enfriamiento, o sea que el vapor de agua al descender la temperatura se licua; Este enfriamiento puede ser producido por contacto de un aire frío y otro caliente; sobre todo es debido a las presiones barométricas. Al disminuir la presión el vapor de agua en el aire se expande y este movimiento de expansión absorbe calor; luego se produce una disminución de temperatura que se convierte en una condensación.

Este vapor de agua al condensarse da lugar a los meteoros acuólos (lluvia, nieve etc) los cuales todos influyen en la vida de los vegetales y además en el tiempo. En 1.^a lugar tenemos: Las nubes o masas de gotitas de agua flotando en la atmósfera desplazándose por la parte inferior y formando se por la parte superior. Estas masas de gotas de agua a veces son muy grandes, algunas de 3000 m. de espesor. Las gotitas de agua que ocupan la parte inferior tienden a descender pero como se encuentran con capas de

aire mas caliente se evaporan y entonces ascienden; al ascender se encuentran con capas de aire frio y se vuelven a condensar.

Hay cuatro tipos principales de nubes por razon de su altura. Las mas altas son los cirrus que estan a unos 9,000 o 10,000 ms formados por cristaliticos de hielo con aspecto de filamentos o flagelos. Estas nubes son las que dan lugar a esos fenomenos luminosos que se llaman halos o coronas, vulgarmente cercos y son esos circulos que a veces aparecen envolviendo la luna y el sol. Este fenomeno optico es debido a que los rayos de luz que refleja la luna o que lampa el sol al llegar a los cristaliticos de hielo se reflejan.

Los estratos son nubes mas bajas que las anteriores que estan dispuestas en bandas o capas horizontales. Los cumulos son esas nubes de bordes redondeados casi siempre blancas (pueden ser grisaceas o a veces oscuras) que parecen montones de lana y suelen ser signo de buen tiempo.

Los nimbos. Son las nubes indicadoras de lluvia o de tormenta de color gris muy oscuro con los bordes desgarrados y de las cuales cae lluvia, granizo o nieve; es decir que siempre se producen en alguna

precipitación acuosa. -- No siempre se presentan las nubes en estos tipos. En la práctica se presentan tipos intermedios (cirro-estratos cumulo-nimbos).

Las nieblas. Son nubes bajas que están en contacto con la superficie terrestre. La acción de este fenómeno es en parte beneficiosa y en parte perjudicial, pues crean una atmosfera muy húmeda que favorece mucho el desarrollo de enfermedades criptogámicas. Para que la lluvia tenga lugar es necesario que las nubes tengan un espesor de ---- ms.

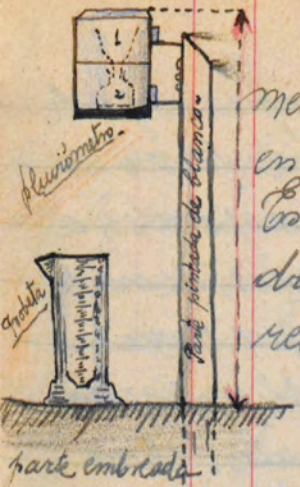
Las gotas de agua en su camino se van encontrando con otras gotas con las que se unen, formandose otras nuevas gotas mas grandes.

Segun el espesor de las nubes varia el tamaño de las gotas de agua. De 600 a 1200 ms de espesor las gotas son de tamaño medio; de 1200 a 3000 ms son muy frias y muy grandes y pasando de este n.º las nubes originan el granizo.

Para medir la lluvia que cae en lugar y tiempo determinado se usan unos aparatos llamados pluviómetros, luego estos aparatos se utilizan para recoger el agua de lluvia, suponiendo que la superficie terrestre fuera impenetrable y que el agua no corriesse. El modelo que se utiliza en el servicio

(1) puede haber recogido agua de la escarcha o rocío.

34



meteorológico español consiste en una vasija de metal cuyo fondo termina en forma de embudo y cuyo borde superior está embudo en color gris. Esta vasija se enchufa con otra situada inferiormente también cilíndrica la cual posee en su interior un recipiente encargado de recoger el agua que ha caído en la vasija superior. Toda el agua de lluvia que hay en el pluviómetro se recoge -

El objeto de que el pluviómetro conste de dos vasijas es el de crear una atmósfera limitada que pronto llegaría a la saturación y con ello se impide que el agua recogida se evapore.

Todos los días debe mirarse el pluviómetro pues aunque no haya llovido (1)

Para ello se utilizan unas probetas especiales que su ministra el mismo Observatorio junto con el pluviómetro. Estas probetas llevan divisiones, el agua recogida en el pluviómetro se vierte en la probeta. Para medir se coloca la probeta sobre una superficie horizontal y si no disponemos de ella se coge con dos dedos por la parte superior y se levanta hasta la altura de los ojos; la señal que coincide con la base del menisco es la que debe-

mos tomar por medida. Si por cualquier circunstancia se rompe la probeta podemos hacer el calculo con otra ordinaria pero hemos de tener en cuenta que estas probetas vienen graduadas en cms³ que corresponden a una superficie igual a la de la seccion de la probeta. Entonces, siendo V cms³ y 3 la seccion: $\frac{V}{3} = a$ (altura en cms³) que es lo que buscamos.

Cuando la precipitacion del agua no es liquida sino solida es decir nieve, como esta es de mayor volumen hay que licuarla. Para ello se mezcla con una cantidad conocida de agua caliente. El agua que resulta se mide y se resta la que hemos echado; la diferencia es el agua que ha caido. Para nieve se suelen emplear pluviometros mayores de boca grande. El pluviometro lleva una pieza en ángulo recto para sujetarlo a un palo que se pone en la tierra perfectamente vertical de modo que el aparato quede a 1'10 ms del suelo. Debe estar alejado de los edificios, por lo menos a una distancia doble que la altura de los mismos. Para dar el parte de la cantidad de agua que ha caido se emplean unos circulos cuya superficie está

mas o menos oscurecida segun esta cantidad. A continuacion deben indicarse el n.º de mms y la hora aproximada si se tiene seguridad de la misma y sino M, T o N que indican mañana tarde o noche. Tambien debe indicarse el viento que soplo cuando estaba lloviendo. Lo mas interesante es conocer como se han repartido las lluvias, es decir el regimen pluviométrico o cantidad de agua llovida anualmente. Para ello se emplean las curvas pluviométricas. En general las lluvias se distribuyen segun los equinoccios, siendo los solsticios los periodos mas secos.

Clases de lluvias. Por la orientacion, las lluvias pueden ser de varias clases. Unas son las llamadas orográficas e de relieve, lluvias de convección y lluvias de depresión, tambien llamadas ciclónicas. Las 1.ª como indica su nombre son debidas a las desigualdades del terreno, es decir a la existencia de cordilleras. Son de este tipo las lluvias de la region Atlantica y Cantábrica. El viento que procede del mar es húmedo por estar cargado de vapor de agua; este viento llega a temperatura relativamente alta a la cordillera Cantabro-Astúrica

Y para vencer este obstáculo tiene que elevarse disminuyendo así su temperatura y condensándose en forma de lluvia al llegar al punto de rocío. Parte de este viento, que ya no es húmedo, vuelve al mar; otra parte vence el obstáculo y limpia la atmósfera de la meseta de nubes. Esto explica porqué en el N. llueve frecuentemente durante todo el año.

Las lluvias de convección. Son propias de países tropicales. Se producen porque al ponerse el aire en contacto con la tierra se calienta y se eleva produciendo una corriente de convección. Al subir se enfría y el vapor de agua que contiene al llegar al punto de rocío se condensa en forma de lluvia. Son lluvias constantes.

Las lluvias ciclónicas. Son producidas por efecto del descenso de presión atmosférica. Al disminuir la presión el aire se expande ocupando mayor espacio. Al desplazarse produce un trabajo en el que se verifica absorción de calor, de tal modo que esa expansión del aire trae consigo una disminución de temperatura produciéndose así la condensación del vapor. Estas son las lluvias más frecuentes. Son lluvias

de tiempos de perturbaciones, cambios de tiempo etc.

Distribución de las Lluvias - En las regiones ecuatoriales llueve todo el año siendo frecuentes los aguaceros o lluvias torrenciales; la cantidad de agua llovida es aproximadamente la misma todos los meses. A un lado y otro del Ecuador se encuentran los trópicos, en los que también llueve bastante pero de un modo desigual pues hay una época en la que llueve mucho y otra seca en la que no llueve nada; En estas regiones ocurre lo contrario que en nuestro país: en ellas la estación mas seca es el invierno y el máximo de lluvias es el verano.

A mayor latitud que las anteriores tenemos las regiones subtropicales que se caracterizan por su sequia extremada (regiones desérticas). En el hemisferio N. tenemos las regiones de Sahara, Libia (Africa) Turquestán (Asia) desierto de México y Utah en los E.-U. En el hemisferio sur la faja de Chile y Perú, sobre todo en la 1.^a es donde están las estaciones mas secas pues la lluvia total en un año es de 0'35 mms (Santiago de Chile) cantidad practicamente nula. Las Pampas y Australia -

Después está la zona templada-cálida en la que la lluvia se reparte

en dos épocas lluviosas y dos secas (Aqui está comprendida España).

La Zona templada-fría, en ella la lluvia es mayor. Corresponde a las naciones centroeuropeas (Francia, Alemania, Hungría...) de clima parecido al del N. de España pues llueve durante todo el año igual en verano que en invierno. En las zonas frías o glaciares llueve mucho menos y la lluvia en su mayor parte es sustituida por la nieve.

Importancia de la lluvia. Es muy grande. La lluvia contribuye por si misma a la nutrición del vegetal suministrándole los elementos de fósforo en disolución y arrastrando al suelo los compuestos nítricos de las capas altas de la atmósfera. Obra directamente sobre el vegetal bañando y refrescando sus órganos aereos; limpia dichos órganos del polvo y materias extrañas y facilita a los estomas, de este modo, los cambios osmóticos. Es perjudicial en el periodo de fecundación por arrastrar el polen. Las lluvias torrenciales derriban las cosechas y producen terribles inundaciones. Se ha calculado mediante interesantes experimentos la cantidad de agua que necesita la planta para formar la

materia seca. Esta es la relación entre Pa (peso de agua absorbido) y P (materia formada). Varía con el clima y los cuidados de la planta pero por término medio son de 250 a 300 Kgs de agua lo necesario para formar un Kg de materia seca.

Temperaturas bajas. Influencia. Cuando la temperatura baja de 0° se produce el fenómeno de helada. Esta puede ser blanca o negra.

La 1ª se refiere a la escarcha pues el rocío húmedo se deposita en forma de cristallitos o agujas de hielo en el suelo y las plantas. Esta helada produce menos daño que la otra pues con ella no desciende tanto la temperatura.

La negra hace descender mucho la temperatura y al estar el aire seco produce daños muy graves sobre todo si dura mucho tiempo. Los brotes tiernos y delicados son los que mas padecen.

Si las heladas son tardías (en Abril o Mayo) el daño es mucho mayor porque la mayor parte de las plantas cultivadas están en el periodo de floración.

Los efectos de la helada antes se creía eran debidos a que la savia se solidificaba y, como le ocurre al agua, tambien aumentaba de volumen.

y hacia romper los vasos conductores provocando la muerte. Esto no explica el hecho de que después de originarse la helada al subir lentamente la temperatura los daños sean menores que si la subida es brusca, como en realidad ocurre; pues rotos los vasos la planta ya está muerta.

Hoy se cree que las células, al producirse la helada expulsan agua. Si la subida de temperatura es lenta tienen tiempo de tomar esta agua que han perdido y tomar el protoplasma más concentrado. Si la subida es brusca no tienen tiempo de tomar el agua que perdieron y las materias albuminoides que contiene (proteínas etc) se coagulan y la célula muere. Los daños de la helada son difíciles de evitar. En países como Estados Unidos para evitar que se hielan las naranjas tienen estufas a propósito, lo cual origina gran gasto. En España se crean nubes artificiales, quemando mediante unos encendedores (que actúan al bajar la temperatura y dan poco resultado) materias de bajo precio como papel, paja, etc produciéndose las nubes que protegen las plantas. En los lugares de heladas frecuentes se siembran plantas tardías. Los árboles tiernos se protegen con cal muerta.

= Climatología Agrícola

Climas - Sabemos que clima es el estado medio de la atmosfera en un lugar de la tierra o región determinada. Por estado medio se entiende el conjunto de esos factores que hemos estudiado (temperatura vientos etc), haciendo una media de los cuales y sus cambios tenemos el clima.

Tiempo es el estado en un día o momento dado. Este puede ser bueno en un día determinado aunque el clima sea malo. Los factores esenciales que intervienen en el clima son tres: temperatura presión y humedad.

Hay también otros factores que influyen: lejanía de mares y continentes, altitud, corrientes marinas, etc pero de menos importancia.

Clases de climas. Estudiaremos la clasificación en la superficie terrestre y luego con detalle en nuestra península. Lo ideal sería hacer grupos con los climas cada uno de los cuales encerrara caracteres típicos y exclusivos.

El factor mas importante es la temperatura. por eso la clasificación actual se basa principalmente en dicho factor.

Climas ecuatoriales. Son muy calidos. Poseen este clima los países ^{ecuatoriales}, la isoterma de cuya temperatura media anual esta comprendida entre los

25° y 30°. Aquí no se distinguen claramente las estaciones y la temperatura es constante; las lluvias abundan mucho, repartiéndose uniformemente durante todo el año. Se 3 à 4 ms de agua llovida anualmente (Lluvias de convección) Los vientos son escasos en esta zona ecuatorial, llamada por eso de las calmas. Existe, como sabemos, en ella un vacío ó minimum de presiones que originan ^{que las} perturbaciones y vientos sean poco acentuados. La vegetación de estas zonas es exuberante y se desarrollan enormemente los órganos aéreos de las plantas (selvas vírgenes).

Clima tropical ó cálido. Este clima es el que gozan las regiones tropicales, situadas a uno y otro lado de los Trópicos. Se caracteriza por una temperatura media comprendida entre 20° y 25°. Hay dos estaciones, una húmeda y otra seca. Ya hay un periodo en el año en que la vegetación se agosta por falta de humedad ya que el calor no falta; la estación húmeda coincide con la de mas calor (a la inversa de lo que nos ocurre a nosotros)

Como variante de este clima esta el subtropical, situado a mayor latitud que las regiones tropicales. La temperatura media es algo menor que anterior.

mente: de 19° a 20°. Lo característico de estas regiones es la falta de lluvia, la cual es casi nula. (En Santiago de Chile = 0'35 mms) Entre estas dos regiones (tropicales y subtropicales) se encuentran las zonas desérticas; por su falta de lluvia los terrenos desérticos no llevan vegetación o si la llevan es serófila. La escasa vegetación es de dos tipos: 1° uno carnosos (chumberas, pitas) cuyo parenquima es rico en agua y poseen una cubierta impermeable para que no se verifique la transpiración; 2° Otro tipo de plantas leñosas cuyo parenquima está reducido al minimum (espartos, tomillos, plantas barrilera) (que encierran gran cantidad de sosa) etc..)

Clima templado. - Se extiende este clima desde las regiones subtropicales a los cuarenta y tantos grados de latitud N y S. La temperatura media anual está comprendida entre los 10° y 20°. Ya es acentuada la variación entre verano e invierno, día y noche. Este clima comprende dos subtipos.

El templado-cálido y el templado-frío. La temperatura media del 1° es de 15° a 20° y la del 2° oscila entre 10° y 15°.

En el templado-cálido las lluvias se distribuyen en 4 épocas diferentes: hay

dos épocas secas y dos lluviosas. Las secas coinciden con los solsticios y las húmedas con los equinoccios. Una variedad de este clima es el llamado clima mediterráneo que comprende las costas de dicho mar; caracterizado por su sequedad debido a los vientos que limpian el ambiente de nubes y producen el azul del cielo. La flora es adaptada a estos caracteres y condiciones (granados, palmeras, algarrobos-etc) - En el templado-frío se reparten las lluvias uniformemente; viene a llover casi igual en todas las épocas del año.

Clima frío. Se caracteriza porque su temperatura media es de 0° a 10° . Lueve algo menos que en la región templada. Precipitaciones ^{acuadas} en forma de nieve.

Clima polar. Su temperatura media es siempre inferior a 0° . Tierra cubierta de hielo casi todo el año. Vegetación escasa, pobre, propia de las tundras, plantas que en vez de crecer en altura lo hacen en espesor; quedando los grandes pinos a la altura de pequeñas matas. Abundan los líquenes y las plantas rústicas.

En casi todos estos tipos de climas que hemos descrito se pueden distinguir dos subtipos: el marítimo y el continental.

El maritimo se caracteriza por las precipitaciones abundas por el ambiente templado, temperatura agradable; Lluve mucho y no hiela.

En el Continental llueve poco. Hay dias de sol, cielo sin nubes y gran variación anual y diurna. (temperaturas extremas.)

Otros climas especiales son el desertico y el estepario. El 1º se caracteriza por su mucho calor y sus lluvias escasas o nulas. La mayor temperatura es de 50° (desierto de Libana). La temperatura desciende con rapidez (erasion de roca)

El clima estepario comprende regiones secas y frias. La vegetacion es característica de ambos factores. Terrenos poco o nada habitados.

Clima de España. España está comprendida en las regiones templadas pero debido a su gran relieve orografico el clima se modifica mucho.

Atendiendo a las precipitaciones abundas se distinguen dos grandes regiones: La España húmeda y la España seca.

La España húmeda comprende toda la region N-N-W de España - (Francia, Norte de E., Galicia etc) Goza de un clima templado maritimo con cielo nuboso, muchas lluvias. Hay localidades muy lluviosas (Santiago,

Bilbao) que llegan a tener 1500 mms de lluvia anual. Por termino medio la cantidad de lluvia en estas regiones es mayor de 800 mms. Las lluvias se reparten uniformemente, la temperatura es muy agradable, rara vez hiela. Variación anual y diurna muy pequeña. Por estas causas la vegetación se desarrolla bien. Abundan los prados siempre verdes.

El resto de España pertenece a la parte seca, árida, cuya lluvia no pasa nunca de 600 mms anuales. Tambien dentro de esta España seca se hacen subdivisiones o regiones climáticas.

1.^a Región castellana, que ademas de ambas Castillas (excepto Santander) comprende León, Albacete, Extremadura y Jaén. Esta región se halla ocupando una meseta, tierras cuya altitud media sobre el nivel del mar es de 600 a 700 ms. Esta meseta está limitada en el N, E y S por cordilleras las cuales protegen a la meseta contra las lluvias. Los días al no llover son casi todos despejados pero fríos. Vientos predominantes del N y NW. Variaciones anual y diurna intensísimas (como ocurre en Salamanca) - Esta región castellana se subdivide en dos. La submeseta septentrional

o castellana del N. y meridional o castellana del sur. Separa estas dos mesetas la cordillera central o Carpeto-Vetonia. Los caracteres convienen a ambas pero la diferencia entre ellas es que la variación en el N. es debida a las bajas temperaturas del invierno (se cuentan años de 70 escarchas seguidas.) Mientras en la meridional o castellana del sur la variación es debida a las altas temperaturas del verano; (predomina el calor sobre el frío.)

Muy escasa cantidad de lluvia (de 300 a 400 mms) Cultivo de secano limitado a cereales, que requieren poca agua y leguminosas corrientes (no el arroz), plantas que resisten bien la falta de humedad. Como arboreas se dan el olivo y la vid que aguantan grandes sequias debido al enorme desarrollo de sus raíces.

Dentro de estas regiones, en los lugares altos la cantidad de lluvias es algo mayor, a veces en forma de nieve. En esta región castellana la vida de las plantas sufre dos detenciones, es decir la vegetación se agosta en dos épocas: una en verano y otra en el puro invierno. En algunas localidades, como Palencia, la falta de humedad se acentúa. (entre 200 y 300 mms).

2ª Región aragonesa o depresión del Ebro. Geográficamente es una enor.

me cuenca de forma triangular, que tiene el vértice en el nacimiento del Ebro y se extiende hasta el mediterráneo donde tiene la base. Sus condiciones climáticas son muy parecidas a las de la región castellana. Por estar tan bajos hay lugares, verdaderos islotes de temperaturas muy extremas (frío y calor) tiene a llover lo mismo que en la región anterior o quizá algo más. La sequía en algunos lugares se acentúa mucho (zonas esteparias aragonesas).

3^ª Región Bética. También comprende una cuenca, la del Guadalquivir. Es una parte baja que limita al N. por Sierra Morena y al S. por Sierra Nevada. En esta región llueve más, la temperatura es más alta, sobre todo ^{en} los veranos, que son ^{muy} calurosos. Gran variación anual y diurna. Como llueve más las tierras son negras y muy férciles; si esta región dispusiera de más agua sería riquísima agrícolamente.

4^ª Región ibérica. Comprende las partes altas situadas en plena sierra de las provincias de Teruel, Zaragoza y Guadalajara. Parte alta enclavada en plena cordillera Ibérica. Es la región más fría de España; el ~~invierno~~ verano pasa desapercibido y en cambio el invierno es frío y riguroso con nieve y heladas.

5° Región levantina. Comprende todo Levante. su temperatura media es de 17° o 18°. Se caracteriza por el azul transparente del cielo, la escasez de nubes y los vientos casi constantes. Región rica por el gran desarrollo de las obras de riego.

6° Región subtropical o andaluza meridional. Tiene los caracteres del tipo de clima subtropical. Ya descrito. Lluve poco: En Almería casi no llega a los 200 mm. No hiela nunca (temp. media = 19°-20°) Esta región se extiende hasta Cartagena. Si la temperatura es tan alta es lógico que se cultiven especies propias de los trópicos (caña de azúcar, chirimoyo etc) En los lugares donde no se dispone de riego la tierra (debido a las escasas lluvias) se presenta desnuda de vegetación o a lo sumo con algunos espartos, trigueros, chumbas, pita, etc.

Regiones agrícolas. Tienen gran relación con las climáticas ya que la distribución de cultivos está grandemente influenciada por los climas. Influyen mucho las condiciones del ambiente a que las plantas están acostumbradas, aunque, (a pesar de no poder moverse) se adaptan a las condiciones exteriores.

En España hay varias regiones caracterizadas por una especie o grupo de ellas que son las principales y dan el nombre al grupo por ser la más característica de ellas.

tro de las condiciones del lugar, pero tambien hay otras menos importantes.

1.^o Región de la caña de azúcar. Coincide en su extensión con la región que hemos llamado en los climas, subtropical o andaluz meridional. Es decir que comprende una estrecha faja costera (Málaga, Granada, Almería y Cartagena) que son las costas de estas provincias y algo de Murcia. La caña necesita gran temperatura, es propia de las regiones tropicales más que de las templadas. La temperatura de esta región es de 19° a 20° ; rara vez baja de los 2° y no se registran heladas (es una temperatura ideal). La integral térmica, es decir el n.^o de grados que tiene que absorber el vegetal desde que germina hasta que se recolecta, es muy elevada: de 7000° a 7500° . La caña requiere mucha agua y como llueve poco en esta región se cultiva esta especie en los sitios donde disponen de agua para el riego.

(agua que baja de S^{ra} Nevada). Además de la caña se dan en esta región otras especies como el algodonero, cuyo cultivo sería conveniente que se intensificara porque dependemos del extranjero teniendo unas grandes industrias textiles (catalanas.); el chirimoyo, frutal exótico propio de climas tropicales; el platanero o bananero y el aguacate.

2º Región del naranjo y agrios. Dentro de este grupo estan comprendidos además de la naranja otros frutos agrios - limón, lima, limeta, toronja y cidra -

Todos tienen iguales necesidades y caracteres. La temperatura media necesaria es de 17º y la minima - 3º. Cuando hiela el naranjo comienza a perder la hoja.

En la región del naranjo rara vez hiela, llueve poco y el cielo es de un azul cobalto, desprovisto de nubes. Clima templado, la humedad absoluta del ambiente es grande pero la relativa es pequeña, el agua no llega al punto de rocío y no hay precipitaciones. Esta región comprende

Castilla, todas las provincias valencianas, Murcia, Almería, Granada, Málaga, Sevilla, Huelva y Cádiz. En Sevilla por la depresión del Guadalquivir penetra bastante al interior el cultivo del naranjo.

Esta región se continúa por la Atlántico-portuguesa hasta Pontevedra, en su costa. Dentro de esta región la producción principal está en la región valenciana y de Murcia. La huerta de Orhuela tiene fama por sus muchos naranjos de buena calidad.

En esta zona del naranjo se dan también muy bien la palmera de dátiles, el granado, el algarrobo, los higos chumbos y el nispero, aunque este frutal se extiende también a otras regiones. El naranjo precisa el

regadío. La huerta valenciana tiene mucha importancia bajo este aspecto.

3.^o Región del olivo. Esta especie es propia y característica de todos los países de clima mediterráneo. Es una especie que resiste bien la falta de humedad por tener más desarrolladas las raíces que la parte aérea. La temperatura media anual en esta región es de 14° a 18° . Hay ejemplares de esta especie introducidos en otras regiones agrícolas como la del naranjo. El olivo ya resiste temperaturas bastante bajas (de -5° a -6°). La integral térmica es de 4000° .

Junto con el olivo se dan otros frutales tales como el almendro, melocotón, albaricoquero, peral, manzano, guindo, cerezo, higuera etc. El olivo se extiende desde el sur de España hasta la cordillera central o Carpetovetónica. Se aquí para el N. no se da o si se da es muy reducido. Ocupa también la depresión del Ebro. (No se da en los sitios muy altos). Los centros principales de producción están en Andalucía y Cataluña. Jaén, Córdoba, Tarragona y las provincias extremeñas son las regiones olivareras por excelencia.

En España se ha llegado en la elaboración del aceite al maximum de perfección.

4.^o Región de la vid. Es un arbusto también adaptado a las grandes se-

quias, condiciones que se dan en casi toda España seca. La vid se da en toda España pero no debiera cultivarse en muchos lugares del N. en que las uvas no llegan a la completa maduración por falta de sol y resultan los vinos agrios y pobres en alcohol. Se recogen anualmente 21 millón y medio de hectolitros en toda España. (En las regiones montañosas no se da). Dentro de esta extensa area hay localidades mas importantes que son: La Rioja (de depresión del Ebro) Logroño y Navarra. En Toledo, Ciudad-Real y la Mancha se dan muy bien los vinos de mesa, que tienen fama. En Andalucía son afamados los vinos de Jerez Málaga y Montilla. En Cataluña se da bien la vid.

La media es un poco mas baja, como minimum de 13° a 14°. La vid ya resiste hasta temperaturas mínimas de -10° y -14° porque pierde la hoja (sueño invernal). La integral térmica es menor que la anterior (de 3000°). A la vid acompañan los mismos frutales que al olivo sobre todo los frutos de pepita (pera, manzana...)

5° Región de los cereales. La temperatura media es menor que anteriormente de 10° a 12°. Se dan en toda España excepto en las regiones altas. Incluso

hay cereales en la región del Norte o Cantábrica, donde, aunque no se da trigo se dan escanda (candeal). La temperatura mínima puede llegar a ser de -16° ó -18° (cereales de invierno, que resisten estas bajas temperaturas). La integral térmica es de 2000° a 2500° . También se dan plantas herbáceas que resisten bien la sequía - siempre que sean lluviosos los equinoccios (otoño y primavera) la cosecha está asegurada.

6^ª Región de los prados. Comprende toda la Zona NNW, de grandes lluvias, donde las hierbas permanecen verdes todo el año no agostándose en el verano ni se helan en el invierno. Hay prados temporales. a) Unos que se agostan en el verano llamados prados de invierno y que existen en Andalucía y b) otros llamados de verano existentes en Fvila y León que cuando se secan es en el invierno; ya que en el verano no hace demasiado calor y disponen de agua procedente de la fusión de las nieves.

7^ª Región de los bosques. Se dan estos en todas las partes altas, donde no pueden cultivarse otras especies (falgas, cordilleras, vertientes...) - se distinguen dos clases de bosques 1^ª) El mediterráneo caracterizado por la encina y el pi-

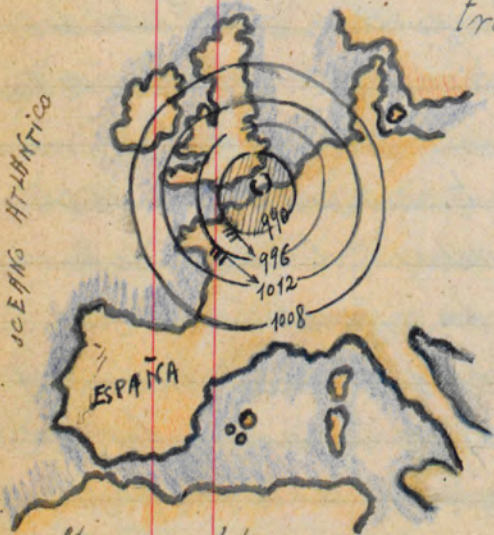
no, especies adaptadas a la falta de humedad. y 2º El centro-europeo o de la España húmeda que se caracteriza por el roble, el haya y el pino (de otra especie distinta.)

Meteoragnosia = Es un capítulo de la meteorología que tiene por objeto la predicción de los fenómenos atmosféricos futuros fundándose en el estudio de los pasados y presentes. Es muy difícil predecir el tiempo; lo mas que se ha conseguido es hacerlo con 24 ó 48 horas de anticipación. Esta predicción no solo adquiere importancia para el agricultor, ya que esté sabiendo como se van a verificar los fenómenos puede evitar daños a sus cosechas y llevar a cabo o no determinadas prácticas, sino que tambien es importante en Aeronáutica.

La meteoragnosia se puede decir que está en periodo embrionario; pues las observaciones vulgares basadas en actitudes y costumbres de los animales, en el aspecto de algunos vegetales o en la simple observación del cielo no tienen exactitud ni ^{apenas} fundamento. En cambio podemos predecir con mayor o menor exactitud los cambios meteoricos basandonos en las variaciones barométricas, termométricas, higrométricas etc. Todos estos datos reco-

- (1) No puede predecirse el tiempo por periodos largos y a veces además hay equivocaciones.
 (2) Al trasladarse las borrascas lo hacen también las lluvias.

gidos con anterioridad en el observatorio han de tenerse en cuenta y conocerse con la mayor aproximación. En el tiempo influye la situación de las áreas ciclónicas y anticiclónicas, ya que como sabemos las 1^{as} indican borrascas y las 2^{as} buen tiempo. Las áreas ciclónicas sabemos que no son estables sino que se trasladan de un lugar a otro. Conociendo la dirección y la velocidad de las mismas, sabremos el tiempo que tardará en llegar a nosotros y si nos va a comprender (donde habrá perturbaciones) Para nuestro hemisferio Norte el traslado de estas áreas es de occidente a oriente.



Mapa sinóptico

Las curvas indican un área ciclónica

→ = Viento

● = Lluvia (2)

Las observaciones con mapas sinópticos u hojas meteorológicas se hacen en los observatorios y en ellos se marcan isobaras que aumentan de 6 en 6 milibares. En estas curvas se marca la dirección del viento por medio de las flechas de varillas, que como sabemos no es normal a las mismas

sino que forma un pequeño ángulo, como consecuencia del movimiento terrestre de rotación. Además en el mapa aparece un círculo mas o menos cubierto que se refiere a las lluvias (estas se indican por círculos; la nieve por asteroides). En la borrasca se pueden distinguir el sector derecho y el izquierdo y cada uno de estos se encuentra dividido en dos sectores; anterior y posterior. La lluvia predomina en el sector derecho anterior. El observador puede apreciar directamente cuando se acerca una borrasca, porque como estas son producidas por las areas ciclonales el descenso del barometro anuncia la borrasca. Si el descenso es pequeño es que pasará cerca; si el barometro deja de bajar es que estamos en el centro de la borrasca. Cuando pasa esta es interesante saber si el observador ha quedado en el lado derecho o en el izquierdo. Esto se nota por el cambio de dirección del viento: cuando es el lado derecho de la borrasca el que ha quedado junto al observador el cambio se verifica en el sentido de las agujas de un reloj y viceversa en el caso contrario. Si nos fijamos en el termómetro notaremos si estamos en invierno que este va subiendo en la mitad anterior de la borrasca y bajando en la posterior; En verano ocurre lo contrario.

59
(1) Estas nubes dan aspecto alborregado o empedrado al cielo. (a las 24 horas suelo mojado).

Respecto a la nubosidad esta es mayor en la parte anterior y sector derecho
as nubes se disponen formando una especie de tronco ^{de como} invertido con la base
menor hacia abajo, de muy poca altura con relación a la base. En las nubes
suelen seguirse los tipos indicados apareciendo 1º los cirros, siguen los
cirro-estratos, cirro-cumulos^o, cumulonimbos y nimbos. En el momento
de ver las nubes, cuanto mas pronto empiece a llover mas tiempo durará la
perturbación. A veces ocurre que en el centro del area aparece claridad,
pero en seguida en la parte posterior hay nube. Para cada parte de la
superficie terrestre es diferente la dirección del viento.

Los medios de que puede valerse el observador aislado son mas perfectos
si dispone de aparatos. Hay algunos síntomas o datos locales que sirven
de indicadores, v.g el vuelo alto de algunas aves, que presagia tormenta
o lluvia; cuando se oye el sonido del tren desde lejos indica que el aire
conduce mejor, y está mas húmedo. (iguualmente si el humo queda pegado al
suelo.) El viento gallego (del N.) se sabe que produce tiempo frio y despejado
mientras que el viento S. ocasiona cambios de tiempo y lluvias.

Si el observador dispone de barómetro, cuando este baja es indicio de mal tiempo, cuando sube de bonanza. En general fijándonos en el tiempo que está bajando la perturbación durará este mismo tiempo que se mantiene el descenso. En el momento que el barómetro se estaciona podemos decir que la borrasca durará tanto como haya estado descendiendo - si el barómetro sube y baja alternativamente el tiempo será inestable; si el descenso es rápido es de temer un ciclón o viento muy fuerte. Si el barómetro sube francamente y alcanza el mismo nivel que al comenzar el descenso de la borrasca, tiempo bueno y estable; pero si lo hace bruscamente va a durar poco el buen tiempo y si sube lenta y persistentemente bonanza en un periodo largo.

Todas estas son consecuencias probables pero no exactas pues a veces, como hay que tener en cuenta otros factores, no ocurre de este modo.

La veleta es otro indicador por el modo de girar pues por los cambios de dirección del viento sabemos si se acerca una borrasca - si el barómetro sube bruscamente y la veleta sufre un gran cambio de dirección se espera una gran tempestad. Si el barómetro baja y el viento se detiene e invierte su dirección habrá

una borrasca de las llamadas satélites (son borrascas de menor intensidad que las principales originadas por nuevas depresiones barométricas). Si a estas indicaciones del barómetro añadimos el orden con que se presentan las nubes, entonces es casi segura la lluvia. Si cuando el barómetro indica cambio de temperatura el higrometro nos dice gran humedad relativa son seguras las lluvias o nieves.

En la región castellana septentrional la media del agua de lluvia recogida en los distintos meses del año ha sido: en Enero: 40 mms ó litros por m^2 ; en Febrero 35; en Marzo 40; en Abril 60; en Mayo 70; en Junio 40; en Julio 25; en Agosto 20; en Septiembre 40; en Octubre, 60; en Noviembre 50 y en Diciembre 45.

En la región lética o del Guadalquivir esta misma cantidad media ha sido: en Enero 80 mms ó litros por m^2 ; en Febrero 50; en Marzo 85; en Abril, 60; en Mayo 40; en Junio, 20; en Julio, 0; en Agosto 5; en Septiembre 30; en Octubre 60; en Noviembre, 70 y en Diciembre 60. — Conocidas estas cantidades podemos construir dos ejes coordenados y aplicarlas sobre el vertical orientras en el horizontal a distancias arbitrarias pero iguales entre si ~~ordenadas~~ las iniciales de los 12 meses del año. Levantando por cada uno de estos una paralela al eje vertical cuya altura sea

La del dato que tengamos, y uniendo los puntos resultantes se construyen las llamadas curvas, o líneas quebradas pluviométricas

Agrología. - Es una rama de la Agricultura que se ocupa del estudio del suelo de cultivo, es decir de la parte superficial y laborable de la tierra.

Suelo de cultivo: definición. - Suelo en general es la parte más superficial de la corteza terrestre, que sufre la acción de una serie de agentes llamados edafógenos (aire, agua, seres vivos, agentes geológicos internos...) Si al cambio que producen estos agentes se le suma la acción agropédica del hombre entonces eso constituye el suelo laborable o de cultivo. La definición más breve y completa de este, es pues la siguiente: "Suelo de cultivo es la capa más externa de la corteza terrestre que ha sufrido la acción de los agentes edafógenos y la agropédica del hombre, es decir la acción que este realiza con sus labores, abonos, acumulación de restos de las plantas que cultiva, riegos etc."

Origen. - El suelo de cultivo procede siempre de rocas, que a su vez se originan en el interior de la tierra (rocas eruptivas). Pueden ser intrusivas, que

se solidifican antes de salir y despues quedan al descubierto porque los agentes externos quitan las capas de encima - Y volcánicas, que salen en forma de lava y se solidifican fuera - Ambas proceden de un magma (Yedozia)

Entre las intrusivas tenemos los granitos, sienita y gneis, que se incluye aqui por analogia, aunque es cristalo filica - Las rocas volcánicas son las lavas actuales, los basaltos y peridaitas - &

Las rocas del tipo granítico se caracterizan por su basicidad y pobreza en metales alcali-terrestros. Son rocas constituidas por cuarzo, un feldespato (ortosa) y un elemento melanocrato que suele ser una mica (biotita).

Las sienitas generalmente son granitos sin cuarzo. El grupo primero de rocas da origen a unos suelos pobres llamados de sierra con poco calcio y magnesio e incluso fósforo - Las rocas volcánicas por el contrario son en general ricas en Ca y Mg así como en fósforo o fosforico. Todas las regiones de origen volcánico (Canarias, Antillas) son tierras que rinden abundantes cosechas si se añaden precipitaciones y calor (vergeles cuya producción no se ve aminorada.)

Todas estas rocas están constituyendo elementos coherentes (rocas compactas)
 Sobre estas rocas solo pueden vivir vegetales como los líquenes que toman
 sus alimentos del aire. Pero las rocas no se conservan con esta cohesión, sino
 que sobre ellas actúan los agentes edafógenos. De estos los mas importantes son
 el aire, la temperatura, el agua en sus tres estados y los seres vivos.

Tambien influyen pero con menor intensidad los agentes geológicos inter-
 nos; pero estos intervienen mas bien en la formación de la roca, no del sue-
 lo de labor, en forma de volcanes, sismos y movimientos orgénicos.

En 1^{er} lugar el aire actua de modo mecánico y químico. (En gene-
 ral todos los agentes actuan bajo estos dos aspectos) La 1^a acción es mas
 bien protectora. Cuando el aire es nuboso, absorbe el calor que el sol envia
 y no permite que las rocas se calienten mucho ni se enfrien rapidamente.
 Cuando el cielo está sin nubes hay cambios bruscos de temperatura y las
 rocas al dilatarse y contraerse provocan choques y rozamientos y la rotura
 en bloques y trozos que se desmenuzan en tamaños variados. Asi de una
 masa única se originan varias. (principio destructivo de esta acción mecánica)

Esta acción es intensa en las regiones de tipo desértico o estepario donde hay escasez de precipitaciones. La atmósfera, pues, no hace más que facilitar la acción de la temperatura; no es más que esta la que actúa pero por medio de la temperatura, cuyos cambios facilita o aminora. [acción mecánica de la atmósfera]

^(Acc. mecánica) El agua es sin disputa el agente que interviene más sobre las rocas. (cae y corre formando aguas salvajes, y torrentes cuyas aguas tienen una fuerza erosiva enorme. En los ríos los torrentes constituyen corrientes de agua de régimen más constante que son los ríos. Como su pendiente no es tan brusca su función erosiva es menos intensa, pero más constante: quiebra los materiales que trajo el torrente o que arranca en su 1.^a porción. Estos materiales se fragmentan al chocar en su camino unos con otros, se pulimentan y llegan a hacerse finos pudiendo dar origen al suelo de labor.

^(Acc. química) Los seres vivos. Los vegetales con sus raíces desempeñan una acción destructora y otra reparadora. Es mayor esta última porque las raíces agarran y sujetan las partículas de roca, impidiendo que el agua las arrastre, sin embargo las raíces también actúan como una cura que se introduce en las grietas ^{de la roca} y llega a repararlas por sus bordes. Los animales tienen acción destructiva porque trinan

el terreno con sus grietas subterráneas (destrucción de rocas primitivas)

La acción química de estos elementos. El aire actúa por sus componentes:

Oxígeno, anhídrido carbónico, vapor de agua. El O actúa sobre diversos materiales y componentes del suelo y los oxida (sulfatos, óxidos) volviéndolos mas blandos de lo que eran antes, por tanto mas atacables y disueltos por el agua. El CO₂ ataca a otros minerales transformándolos en carbonatos o bicarbonatos.

Si hay un proceso llamado de calificación por el cual se han formado muchos suelos de España muy frecuente en los páramos de Castilla: Hay terrenos arcillosos que tienen este origen; primeramente fueron calizas con pequeña cantidad de arcilla pero por acción del agua y el CO₂ la caliza se transforma en bicarbonato cálcico ya soluble que arrastran las aguas: $CO_3Ca + CO_2 + H_2O = (CO_3H)_2Ca$; Los terrenos se van empobreciendo en cal mientras la arcilla adquiere gran predominio.

Otro proceso de oxidación que también es frecuente en suelos españoles es el de rudefacción que consiste en que los suelos se tornan cada vez mas rojos y se han formado por un proceso de oxidación: El óxido ferroso por acción del oxígeno se transforma en óxido férrico que es un producto rojo (hematita, óxido rojo) = $Fe_2O_2 + O = Fe_2O_3$.

Otro proceso es el de caolinización que es de formación de caolín o arcillas a expensas de uno de los componentes de las rocas feldespáticas o feldespatoideas. Partiendo de la ortosa que es el feldespato aluminico mas frecuente esta pierde el álcali y el silicato aluminico que queda se hidrata y es el caolín si es puro y si está impurificado por sales de hierro constituye la arcilla -

En los países tropicales o ecuatoriales se verifica otro proceso oxidante de descomposición llamado laterización en el cual el caolín formado no permanece si no que se separa de una parte la sílice y de otra un mineral que es un hidrato de aluminio llamado laterita. En España se ha encontrado laterita en algunos lugares, lo cual nos prueba que en otro tiempo disfrutó de un clima mas cálido que el que hoy tiene.

En los terrenos puede ocurrir que despues de sufrir todas estas transformaciones los trocitos queden descansando sobre la roca madre (terrenos in situ o)

Otras veces los agentes arrastran estos materiales a otros lugares lejanos y se forman rocas de distinto origen al de la roca sobre la cual descansaban (terrenos de acarreo x de aluvión o de vega)

Estructura del suelo de labor - El aspecto del suelo en un corte vertical varia de unos

suelos a otros pero vulgarmente, en terminos agricolas, aunque esto no sea cierto se distingue siempre: Una capa superior, de un color variable, llamada suelo que es donde suelen desarrollar sus raices las plantas cultivadas y que se apoya en otra inferior llamada sub-suelo. En el suelo se distingue la porcion superior (suelo activo) y la inferior o inerte. La primera parte es de espesor pequeno y contiene mayor cantidad de materia organica; en ella se desarrollan las raices de los vegetales y está en un proceso mas avanzado de descomposicion. Esta estructura tipo no es exacta y se distinguen dificilmente ambos suelos entre si y del sub-suelo.

La estructura mas de acuerdo con la realidad y mas cientifica es la que se estudia en Edapologia, la cual considera abajo el substratum y arriba capas cuyas propiedades difieren unas de otras segun sea mas o menos intensa la accion de los agentes (horizontes edificos) El conjunto de estas capas se llama stictosensum.

Composicion del suelo. El suelo posee una gran complejidad pero sin embargo se distinguen facilmente varios componentes generales que todos los suelos presentan.

1º) Existe el llamado esqueleto mineral que es inerte y no toma parte en las descomposiciones del suelo de labor. Sirve de base, medio o sosten y forma como el armazon del

69
suelo constituido todo él de materia mineral inorgánica. Su acción es pasiva y sufre pocos cambios. En él se distinguen diferentes sustancias, de las cuales unas no son tan pasivas sino que se movilizan con mas facilidad. (cambios mecánicos.)

a) En primer lugar se distinguen sustancias insolubles en el agua que son sílice y silicatos (arena) formando la parte mas difícilmente atacable que suele estar constituyendo las porciones mas gruesas. Los vegetales toman de aquí pocas sustancias si toman alguna. b) Otra parte también mineral e insoluble en el agua pero soluble en los ácidos débiles como el agua cargada de CO_2 . Esta parte la constituye el elemento calcáreo (Caliza, Carbonato Magnésico) y el yeso que se incluye aquí por estar compuesto de Ca no por sus propiedades. c) Y por último otra porción mineral que en la mayor parte de los suelos está en pequeñas cantidades excepto en los suelos salinos, improprios para el cultivo. Formada por sustancias solubles en agua que son principalmente los carbonatos, nitratos, cloruros y sulfatos de metales alcalinos (sodio y potasio) El agua los disuelve y los lleva a capas mas profundas o son absorbidos por el vegetal y utilizados para su alimentación.

2º) Hay también una parte orgánica. - Hay en los suelos de labor existen seres

orgánicos que fueron vivos y sus restos. Esta parte está formada en primer término por enorme cantidad de microorganismos (microbios) del grupo de las bacterias y protozoos. Además también otros seres vivos muy pequeños pero que en conjunto son visibles: son los hongos del grupo de las levaduras y mohos. Dentro de esta parte están también los vegetales inferiores algo mayores que los mohos: son las algas, hongos, líquenes y musgos. Y dentro de los vegetales tenemos por último los macroscópicos o superiores (teridofitas y espermacitas) con sus restos de ramas, hojas etc. Por otra parte están los animales del grupo de los invertebrados o ya mayores con sus cadáveres y restos constituyendo también esta parte orgánica.

3º) El suelo de labor posee además lo que se llama complejo absorbente formado por materias de estructura coloidal capaces de absorber ^{retener} diversas sustancias. Entre ellas unas de origen mineral que son llamadas halofanas o zeolitas. Antes se acostumbraba a darles el nombre de arcillas (impropiamente por tratarse de silicatos de determinada composición). Dentro de estas materias coloides está también el humus que es la materia orgánica en un proceso mas o menos avan-

71
Fado de descomposición. Estas sustancias constituyen la parte activa de este complejo abortivo. De otra parte se encuentran las materias retenidas por las anteriormente citadas: son iones, principalmente el ión amonio de las sales amónicas (NH_4^+) el potasio (K^+), el Calcio (Ca^{++}) el magnesio (Mg^{++}) y el ión fosfórico (PO_4^{---}).

Luego este complejo abortivo se caracteriza por el fenómeno de adsorción que aquí no es aspiración sino retención de un modo especial (Quizá capilaridad) Un fenómeno de propiedades parte físicas y parte químicas (como al tener una tela)

Elementos que de un modo clásico se han considerado formando el suelo:

En la sílice, la caliza, la arcilla y el humus. Antes se nombraban estos 4 elementos como los únicos importantes aplicados a la agricultura. De estos 4 componentes del suelo dos de ellos: arena (sílice) y caliza (carbonatos de Ca y de Mg) son elementos de separación o disgregantes. Porque ni conviene que el suelo de labor esté demasiado suelto porque las raíces no se desarrollarían ni conviene tampoco que esté demasiado compacto. Ese estado medio necesario se lo comunican estos 4 elementos.

Los dos citados (caliza y arena) tienden a hacer permeable el suelo o sea incoherente.

Y los otros dos (arcilla y humus) son elementos de unión que actúan como cemen-

tos que rectifican la acción de los otros y tornan el suelo mas consistente. La arcilla y el humus en contacto del agua son coloides. La arena forma una suspensión y la caliza se disuelve en el agua acidulada si esta va mezclada con CO_2 , pero no son coloides.

Arena. El concepto de arena en Agricultura se refiere solo a las partículas o granos mas gruesos del suelo (no cantos o piedras que no influyen agricola mente). Si echamos un puñado de tierra en un vaso las partículas que se depositan al fondo son de arena. Se caracteriza por el color grisáceo, la aspereza al tacto y porque con agua no forma masa ni una constituyendo barro. Es insoluble en el agua. Las arenas no siempre son silíceas (de cuarzo) sino tambien micáceas y feldespáticas. Los piroxenos y anfíboles tambien son aptos para dar arenas al fragmentarse. Ademas puede haber arenas calizas propias de los lugares donde esta abunda mucho. Las típicas arenas son las silíceas formadas por cuarzo y silicatos; insolubles en el agua y ácidos fuertes. Solo la disuelven el fluorhídrico y el fosfórico. Las arenas dan soltura al terreno y hacen que este pueda ser abierto por las raíces y los aparatos de labor. Ademas los fluidos pueden correr por esa masa permeable.

Caliza. Es el otro componente que hace muelles las tierras. Por caliza en-

tenemos en Mineralogía al carbonato cálcico y al cálcico magnésico. En Agricultura incluimos los carbonatos cálcicos y los magnésicos que por sus propiedades agrícolas son muy semejantes. Color claro o blanco que da a las tierras un color característico, llamadas por esto tierras blanquiazules. Insoluble en el agua pero soluble en los ácidos aun débiles con efervescencia. Cuando la cantidad de caliza es muy pequeña en una tierra si se hace directamente la adición del ácido no hay efervescencia pero si la hay si se separa la caliza en un vaso. La caliza tiene una gran importancia porque ella sirve o puede servir de alimento al vegetal (Las raíces desarrolladas sobre el mármol disuelven la caliza y la ~~comen~~ comen absorbiéndola). Sus propiedades físicas tienen influencia. Es el otro elemento de separación. Si tenemos una tierra muy arcillosa de las llamadas soportantes demasiado coherentes, resistentes al arado y al fluido y la mezclamos caliza pierde esa excesiva compactación. Además influye la caliza en la descomposición de la materia orgánica: Los elementos vegetales y animales sirven de alimento a las plantas pero es gracias a la caliza que los mineraliza por el poder de fijación o adsorción del suelo, de algunos iones que sino no serían retenidos.

Arcilla. Es un elemento muy complejo pero que se estudia como un silicato aluminico hidratado impurificado por otros cuerpos (Oxido de Fe) que le tienen de colores pardos o rojos. Elemento de union que actua como cemento. Al unir la arcilla con el agua se forma un barro moldeable; parece que esta propiedad es debida en primer lugar a lo pequeño de sus particulas a las cuales el agua se adhiere con gran fuerza (tension superficial) y además a su estructura laminar por lo que resbaban unas sobre otras pero se quedan siempre cubriendose. La característica principal de la arcilla es que actua como un coloido, es decir que de lo que llamamos arcilla bruta hay en realidad dos cosas: arena fina que mantiene adherida a sus granos la arcilla verdadera o coloidal. El caracter de coloido se comprueba porque si en un puñado de tierra arcillosa adicionamos agua destilada y filtramos, la 1ª agua que sale es transparente, hialina (porque ~~no~~ llevaba al entrar algo de caliza) pero llega un momento en que se le turbia o rojiza. Si esta agua la recogemos en un vaso por mucho tiempo que la dejemos en reposo continúa turbia debido a que la arcilla está en el agua formando una disolucion coloidal cuyas particulas son menores que una

45
décima de micra. Estas partículas llamadas micelas, como en todos los coloides, escapan a la acción de la gravedad y se mantienen en suspensión en el líquido. Si esa arcilla en suspensión se coagula o se floccula (lo cual conseguimos añadiendo un electrolito o disolución de Cl_2Ca que tiene la propiedad de coagular los coloides en disolución) se reúnen unas con otras las micelas y se ven copos de mayor tamaño que por la acción de la gravedad caen y el líquido queda transparente. Si unimos y apretamos estos copos se forma una masa igual al barro. La arcilla torna a las tierras tenaces e impermeables porque por las pequeñas partículas que dejan entre sí las partículas terreas circulan las disoluciones de arcilla y al evaporarse el agua se deposita la arcilla en los orificios rellenandolos. Y la tierra ya no es porosa si no coherente.

La arcilla es capaz de fijar los iones metálicos positivos o negativos y cederlos al agua que la envuelve; de estas disoluciones así formadas el vegetal puede tomar alimento. La caliza de los suelos rectifica la acción de la arcilla porque la coagula y no permite que entre en suspensión.

Humus Proviene de restos orgánicos, cuya materia se pudre y fermenta

desmoronándose la molécula albuminosa tan compleja, que se transforma en una sencilla y toma un color negrozco. El humus tiene carácter ácido debido principalmente a los ácidos húmico y úlmico aunque hay también sustancias básicas.

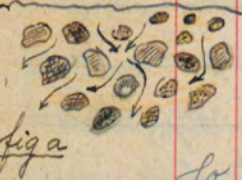
Su composición es muy variable según el estado y grado de descomposición en que se encuentre. (Materias que proceden de la descomposición de la madera.) Algunas se conservan en el humus igual que estaban en el vegetal como la lignina.

Otras están en un proceso de descomposición más o menos avanzado como la celulosa, parte de la cual se transforma en hemicelulosas y los albuminoides, que se transforman en materias proteicas o proteínas; si sigue este proceso de descomposición el nitrógeno llega a mineralizarse. También se originan por este proceso productos de descomposición como son los ácidos orgánicos las bases y alcalis (la humina). - En el humus no solo se producen descomposiciones sino que también a expensas de la unión de estos productos sencillos se vuelven a formar los complejos, que se diferencian de los que antes había por su origen - síntesis.

El humus es también un coloide como la arcilla, lo cual puede probarse con una experiencia análoga. Se coge mantillo (tierra negra o de jardín bien abonada) y se

pone en un embudo ^{previsto} ~~de~~ ^{un} papel de filtro, añadiendo agua amoniacal. Entonces el ácido húmico se combina con el amoniacal (u otro alcali, de que se trate) y forma un compuesto que es el humato amónico (o bien sódico, potásico, etc). Este es el que entra en la disolución coloidal y al salir el agua lleva un color pardo o negrozco. Cuanta mas cantidad de humus tuviera el mantillo mayor cantidad de humatos llevará el agua al salir. Es una disolución coloidal también formada por micelas. Y coagulable fácilmente, porque como este liquido es alcalino basta neutralizarlo, añadiendo unas gotas de ácido (ClH, v.g) para que las micelas se agrupen y caigan al fondo en forma de copos (humus coagulado). Los humatos fijan también el fósforo formando los fosfotumatos asimilables por el vegetal. Los compuestos que encierra el humus, principalmente el Nitrogeno, son absorbidos y asimilados por la planta. El humus a pesar de ser coloide tiene una doble función. Unido con arena hace a esta mas consistente y también presta flexibilidad a las tierras de labor. Es un agente excelente para corregir los defectos de un suelo. La flora y fauna microbianas del suelo viven gracias al humus.

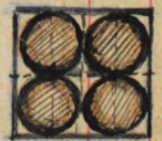
Estudio físico del suelo - Propiedades físicas. Tenemos en 1^{er} lugar la propiedad de porosidad o soltura. El suelo de labor no es un algo continuo sino que las partículas de tierra dejan entre si unos espacios vacíos (exagerado se ve en la fig a) gracias a los cuales se extienden las raíces circun-



lando además por ellos los fluidos y disoluciones diluidas del suelo que servirán de alimento al vegetal. Para averiguar la porosidad, es decir el volumen ocupado por estos espacios vacíos hay un procedimiento teórico que no es exacto, debido a que en él suponemos a todas las partículas terreas esféricas y de igual diámetro, cosas ambas inciertas. Así para calcular su volumen considerariamos la fig 1 y sería (suponiendo una partícula terrea inscrita en un exaedro). $V = \frac{1}{6} \pi d^3$. Si en vez de considerar una esfera consideramos cuatro de frente, en total ocho (f. 2):



Luego el $V = \frac{1}{6} \pi d^3 = \frac{1}{6} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{1}{6} \pi \frac{d^3}{8} = \frac{1}{48} \pi d^3$. Pero como son ocho partículas el volumen que ocupan será = $\frac{8}{48} \pi d^3 = \frac{1}{6} \pi d^3$



Luego la relación es la misma.

Por medio de una proporción diremos: $\frac{a}{100} = \frac{a d^3 \text{ (vol. total de tierra y aire)}}{\frac{1}{6} \pi d^3 \text{ (vol. de tierra)}}$

De donde $\chi = \frac{\pi d^3 \cdot 100}{6 d^3} = \frac{100 \pi}{6} = \frac{31416}{6} = 52'36$. Luego es un 52'36% de tierra y de aire 47'64%. Como hemos dicho este es un procedimiento teorico.

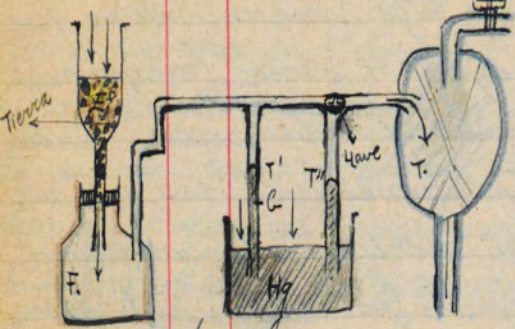


Fig a

Para hallar practicamente estos volumenes nos basamos en el coeficiente de porosidad $P = 100 \frac{(d-d')}{d}$ en que d y d' representan respectivamente las densidades real y aparente de la tierra. La 1ª la conocemos mediante cualquiera de los procedimientos empleados en Física (picnometro, balanza hidrostática).

La densidad aparente se obtiene tomando un prisma de tierra que se pesa y se determina su volumen. Dividiendo el peso entre el volumen tenemos la dens. aparente.

Otra propiedad es la permeabilidad, que depende de la anterior y que nos interesa conocer para el agua y para los gases. Cuanto mayor sea la porosidad mayor es tambien la permeabilidad. Esta propiedad se puede determinar por experiencias distintas. Una de ellas consiste en el aparato representado en la fig a, que consta de una especie de embudo en el que se coloca la tierra, cuya permeabilidad se ha de probar. Este embudo atraviesa un tapón que va a parar en un frasco vacío F. del que sale un tubo dividido en otros dos barométricos que comunican con una trompa.

1) La permeabilidad para el agua se sabe colocando en el embudo un papel de filtro. Se echa tierra y se deja caer agua sobre aquella -

80

desde donde se hace el vacío. El 2º barométrico tiene una llave H para aislarlo con el resto del aparato. Al hacer el vacío la trompa el Hg de la cubeta asciende al ser empujado por la presión atmosférica. Cerramos la llave A y la tierra por impermeabilidad deja pasar aire, que al actuar sobre el 1º tubo hace descender el mercurio hasta C. Por la diferencia de alturas alcanzadas y por el tiempo empleado se conoce la permeabilidad.



2) La cantidad de agua que se recoge, de la introducida y la rapidez con que baja nos indican sucesivamente la retención y la permeabilidad. El humus es el mas permeable de todos los elementos y el que tiene mayor poder de retención de agua. El humus le sigue la arena en permeabilidad pero no en retención (Es la que menos retiene). Despues siguen la caliza y la arcilla.

Otra propiedad es la capilaridad. Es decir la marcha de los liquidos de abajo hacia arriba aprovechando los pequeños espacios que dejan entre si las partículas.

Para comprobar como se comportan los distintos elementos fisicos con relación a esta propiedad hay una experiencia que consiste en colocar los elementos fisicos excepto el humus en sencillos aparatos como el de la fig. 6. Se colocan en el tubo A mezclados con sulfato de cobre pulverizado. SO₄ Cu que tiene la propiedad de adquirir un color azul al humedecerse. En el recipiente B se



fig. 6

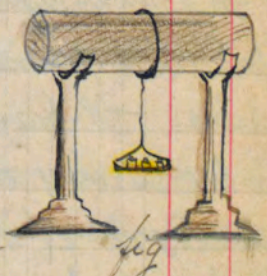
pone agua y separando ambos recipientes está un tabique semipermeable. Al subir el agua por la capilaridad se puede advertir esta propiedad según los casos por el color que va adquiriendo y la rapidez con que aparece. En la arcilla asciende muy lentamente pero llega a gran altura sin duda debido a que son de mayor tamaño la especie de tubos capilares de este elemento. En la arena el agua asciende con rapidez pero llega a muy poca altura y en la caliza los resultados son intermedios entre los ^{dos} elementos anteriores.

Otra propiedad física es la llamada tenacidad y cohesión. Es difícil efectuar una separación entre estas por su semejanza. En gal la tenacidad es la resistencia que ofrece la tierra a ser labrada, es decir a que en ella penetren los instrumentos de labor. Esta se puede medir por el procedimiento ideado por Gasparen, el cual utiliza la llamada pala dinamométrica. Es una pala perfectamente recta en cuyo borde lleva una graduación; se deja caer verticalmente sobre la tierra que queremos ensayar y. Cuanto menos penetre mayor tenacidad presenta la tierra y viceversa. Pero este procedimiento es imperfecto porque la pala puede caer en un guijarro y no penetrar o por el con-



trario caer en una grieta o fisura y entrar mas de lo que entraría. - Hoy se utilizan unos dinamómetros especiales. - Cohesión es la resistencia ^{de las tierras} a romperse

Para determinar esta propiedad hay un procedimiento ideado por Schubler que consiste en formar una masa con la tierra que se quiera ensayar y el agua y moldear un cilindro o un paralelepipedo que se colocará entre dos soportes como indica la fig. Se deja secar para que adquiera consistencia y luego se hace pasar por un nudo de cordel que pende y lleva un platillo. En este se ponen pesas hasta conseguir que se rompa la masa de tierra. - Un procedimiento mas rudimentario consiste en hacer bolitas con las distintas tierras que se quieran ensayar y agua, apretandolas entre los dedos a ver si se deshacen.



Otra propiedad es la adherencia, que las tierras ofrecen a los instrumentos de labor. Para determinar esta se utiliza el procedimiento de Schubler que consiste en una balanza en uno de cuyos brazos va un platillo corto y ^{se} ~~se~~ ^{le} ~~le~~ ^{tra} ~~tra~~ ^{pende} un disco de madera que se adhiere mediante una presión determinada a un disco moldeado con la tierra en cuestión y agua.



Balanza de Schubler

13) En unas vasijas colocaba los elementos físicos, cuya capacidad de retención quería determinar. Al cabo de cierto tiempo tomaba tierras de diferentes profundidades viendo la cantidad de humedad absorbida.

Por las pesas que hay que poner en el platillo corto para que se despreque el disco de madera del de tierra medimos la adherencia de ésta.

Hay otras interesantes propiedades físicas de la tierra como son primeramente: la retención para el agua, que puede averiguarse colocando las tierras, pesadas de antemano, en una cámara, - regarlas y al cabo de un rato pesarlas de nuevo. El francés Schlessing hizo experiencias preferibles que dieron lugar a las curvas de retención. Estas resultan sobre dos ejes de coordenadas de los cuales en el horizontal se trayan las divisiones que se refieren a proporción de humedad encontrada = 5%, 10%, 20%... etc y sobre la vertical otras que se refieren a profundidades. Así se obtienen dos clases de curvas: si los elementos son finos ^(arcillosos) se obtiene una curva en que aumenta la humedad con la profundidad.

Capacidad para el calor. Esta propiedad depende de la naturaleza del elemento físico y de su calor específico. El humus es el que retiene mayor cantidad de calor. Asíquien de la arcilla, la arena y la caliza. También la observación ha demostrado que interviene el color y las tierras oscuras conservan más el calor que las de color claro.

Composición química del suelo. - Tenemos en primer lugar algunos elementos al estado gaseoso de los cuales nos interesa el CO₂ que se produce al oxidarse la materia orgánica y que se encuentra en proporción mas elevada que en el aire en algunos agujeros del suelo.

De los otros elementos los que más nos interesan son el Nitrogeno, el fósforo, la Potasa y el calcio, así como el hierro y azufre.

El Nitrogeno. - Se encuentra en el suelo primeramente en forma del N. orgánico, ^{que es el + abundante} es decir una parte de la molecula albuminosa procedente de restos vegetales y animales: en este estado el Nitrogeno no puede ser utilizado por el vegetal. Después se desmorona la molecula albuminosa y aparecen sucesivamente el Nitrogeno amoniacal y el nítrico pasando por el estado amido. El N. orgánico no es asimilable por el vegetal pero es el medio donde vive la flora microbiana y la fuente de donde se derivan los otros Nitrogenos. En las tierras amitosas, en que llueve poco y el proceso de nitrificación es intenso no se disuelven los nitratos ni son asimilados por el vegetal y quedan los nitratos (sódicos, potásicos, nitrato) pero esto es anormal.

Los nitratos en g^{al} se disuelven por la lluvia y $^{\circ}$ son llevados a los rios o a otras capas más profundas, o son asimilados por el vegetal.

Otro elemento es el Fósforo, que se encuentra en los suelos al estado de fósforo orgánico. Igual que ocurría antes con el N, la planta no lo puede tomar si no sufre un proceso de mineralización transformándose en fosfatos =

Están además de estos los fosfatos que suelen encontrarse en bastante cantidad en las tierras volcánicas y ~~en las~~ con mayor abundancia en los yacimientos naturales (apatito) procedentes sin duda de cadáveres, huesos y deyecciones de animales. Hay un fosfato tricálcico que es el más abundante en los suelos pero que no es soluble, no siendo que por acción del CO_2 se transforme en fosfotungstato soluble y asimilable. En las tierras ácidas se encuentra el fosfato de aluminio y hierro, soluble en el nitrato amónico. - Esto es lo que naturalmente se encuentra en los suelos. Si estos han sido abonados o fosfatados se pueden encontrar las formas de fosfatos monocálcico, bicálcico y tetracálcico.

El 1 $^{\circ}$ es soluble en el agua. El bi y el tetracálcico no lo son en el agua pero sí en los ácidos débiles y nitrato amónico.

El potasio. Como suele encontrarse es al estado de silicatos dobles, combinaciones muy complejas todas ellas insolubles en el agua. En los suelos salinos se encuentra potasa soluble al estado de carbonatos y sulfatos, pero en los suelos ordinarios y cultivados o no la hay o existe en muy pequeña cantidad.

La cal. Es el elemento que debe entrar en mayor cantidad, al estado de Ca_3 la (calcita). De aqui se toman los vegetales despues de haberla transformado en bicarbonato. La mas importante es la llamada caliza ^{activa} que actua en granos ^{muy} finos. Es frecuente que muchas calizas sean magnesianas y dolomitas.

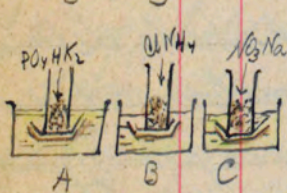
Se encuentra tambien al estado de sulfato calcico hidratado o yeso, el cual no es asimilable por el vegetal y no nos interesa. Por ultimo se encuentra formando silicatos diversos insolubles en el agua.

El hierro. Elemento necesario para la formacion de clorofila. Se encuentra al estado de oxido y carbonatos y la mayorie de los suelos lo poseen en cantidades suficientes para la vida.

El azufre. Se encuentra formando sulfatos.

El manganeso. Interviene en la actividad de los fermentos oxidantes (catalasas).

Una propiedad en parte química física y biológica es la que se llama poder de fijación del suelo para algunos elementos que las plantas necesitan (poder selectivo). - En los buenos suelos de labor se observa esta propiedad con mayor intensidad. Se puede hacer una experiencia colocando varios



vasos como los usados para la capilaridad. - En uno se mezcla el suelo con fosfato potásico en disolución (A) al 2º se adiciona una disolución de ClK (cloruro potásico) o mejor cloruro amónico (Cl NH₄) y al último NO₃Na (nitrato sódico). -

Si la tierra es buena absorbe y retiene estas disoluciones. Para verlo hay que desalojar las sustancias que la tierra ha absorbido para lo cual se adiciona en cada una de las plantas agua destilada que va desalojando todo lo que puede, hasta llegar a filtrarse lavando así los suelos.

Esta agua destilada con las sustancias que lleva es recogida respectivamente en las vasijas exteriores A, B y C. Si no existiera esta propiedad, que estudiamos en cada una de estas vasijas recogeríamos lo adicionado.

Pero por esta propiedad de poder de fijación no ocurre así.

En la 1^a vasija (A) no recogemos nada más que el agua destilada: Lo mismo el ión PO_4^{3-} que el K^+ han sido retenidos por el suelo (dos de los elementos que las plantas toman como alimento) — En la vasija B el agua recogida en lugar de cloruro amónico lleva $Cl_2 Ca$: Ha sido retenido el ión amonio NH_4^+ y en cambio recogemos calcio, que la tierra poseía: Es decir que el amonio ha desalojado al calcio. — Y en la 3^a vasija (C) se recoge disuelto en el agua destilada lo mismo que adicionamos.

Esta experiencia nos indica que de los elementos interesantes para el vegetal hay tres: PO_4^{3-} , K^+ y NH_4^+ que el suelo retiene con fuerza y hay otros — el NO_3^- , el Na^+ , el Ca^{2+} y el Cl^- que no son retenidos. (Eampoco el SO_4^{2-} ni en B hubieramos puesto sulfato amónico). La explicación parece ser la de que intervienen diferentes agentes en esta propiedad. Algunos lo explican por fenómenos de adsorción o adherencia del mismo modo que retienen el color las fibras. Otros lo explican por fenómenos químicos de descomposición. v.g. al fijarse el ión fosfórico ocurriría: $PO_4H K_2 + Cl_2 Ca = PO_4H Ca + Cl_2 K_2$. Lo que más interviene en esta propiedad son los dos coloides del suelo = arcilla y humus.

Propiedades biológicas del suelo. En el suelo existen una flora y fauna microbiana, es decir una gran cantidad de microbios que corresponden ^{unos} al grupo de las bacterias y otros al grupo de los protozoos.

Indudablemente todos estos pequeños seres ejercen gran importancia en el suelo de labor. Muchos son útiles; otros perjudiciales a la Agricultura.

Los protozoos parece que siempre son perjudiciales, sobre todo en gran cantidad.

El n° de bacterias disminuye cuando aumenta el de protozoos, porque estos utilizan gran cantidad de bacterias para su alimento.

Además de estos seres vivos existen otros macroscópicos (gusanos, larvas de insectos, moluscos etc). Al conjunto de seres vivos que se encuentran en un suelo de labor es a lo que damos el nombre de edaphon. Puede haber hasta 1.200 kgs por hectárea. De ellos en los buenos suelos de 200 a 400 kgs pertenecen a las bacterias, pues todos estos pequeños seres para su vida precisan del humus o materia orgánica, que dijimos existía en el suelo.

Hay algunos fenómenos que tienen lugar en el suelo y que se realizan gracias a la presencia de estos seres infinitamente pequeños.

De estos fenomenos vamos a citar en primer lugar la mineraliza-
ción del nitrógeno orgánico. Al hablar de este elemento dijimos que era
uno de los que solía escasear y costaba caro el adicionarlo como abono.

Existía, según vimos, en el suelo en mayor proporción al estado del ni-
trógeno orgánico (combinaciones albuminoides.); En este estado no es utili-
zable por los vegetales no siendo por los hongos: los demás vegetales
solo toman el N. en estado nítrico o mineral. - Gracias a los micro-
bios tiene lugar este importante fenomeno gracias al cual la tierra no ha
quedado como un cementerio de restos sin descomponer. - Esta minera-
lización del N. orgánico se realiza en diversas fases, en las que intervie-
nen bacterias distintas. - En 1^{er} lugar las materias albuminoides
de composición compleja sufren un proceso de descomposición :

La molecula se desmorona, pasando por estados intermedios de albu-
minas, peptonas, polipeptidos, aminoácidos y amidas, en las cuales
existen la función amina y la amida;

2^o Amidación. Se verifica por la acción de diversas bacterias todas aerobias

91. (1) Podemos neutralizar la excesiva acidez añadiendo cal o bases.

(Otras hay anaerobias). Existe el llamado bacillus mycoides en los buenos suelos al cual acompañan otra infinidad de ellos (el subtilis y el mesentericus). Estos agentes intervienen cuando el ~~suelo~~ medio tiene reacción neutra o ligeramente alcalina (los buenos suelos de labor). En los bosques, donde se acumula una gran cantidad de restos vegetales se crea un medio ácido⁽¹⁾.

La descomposición de los albuminoides no se verifica por medio de bacterias sino por hongos y mohos. Aquí intervienen diversas especies como el género mucor, aspergillus y penicillium que es el que aparece en forma de moho sobre el pan y el queso húmedos. Así se verifica esta descomposición del N. albuminoides en amoníaco. Este N. amoníaco no es asimilado por los vegetales. Hay plantas que lo toman y absorben como todos los mohos y hongos. También hay algunas plantas superiores como las del género melastoma y otras arbóreas que llevan en sus raíces unos hongos del género micorrizas los cuales proporcionan al vegetal N. amoníaco del que este se alimenta. (Unos se lo explican por un fenómeno de simbiosis, otros pensando que la planta se alimenta del hongo, y, por tanto de su nitrógeno amoníaco.)

(1) El N. amidado + agua = una sal amoniacal.

92

Después de esta fase de amidación este N. amidado se oxida y antes se hidrata⁽¹⁾ transformándose en N. amoniacal, fase que se llama de amoniación, en la cual intervienen diversos microbios o bacterias. También, como antes, el bacillus mycoides y otras especies comprendidas en 2 grupos, cuyo nombre atiende a la acción que realizan y a la forma exterior: micrococcus y dirobacillus, los cuales ambos hidratan a la urea. También es un fermento amoniacal el micrococcus ureae. El final de este proceso es la transformación de N. amidado en amoniacal. — La amoniación de la urea tiene ^{mucha} importancia. La urea es esa sustancia que se produce en el proceso de desamiliación de nuestra materia orgánica y procede del ácido carbónico. $\text{CO}_2 \begin{matrix} \text{OH} \\ \text{OH} \end{matrix}$ se sustituye el doble oxidillo y resulta la carboxi-di-amida: $\text{CO}_2 \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$ La urea es hidratada por acción del fermento amoniacal ya citado micrococcus ureae y se transforma en carbonato amónico $\text{CO}_2 (\text{NH}_4)_2$. Este N. amoniacal está comprobado por diversas experiencias que las plantas son capaces de absorberlo y asimilarlo. Sin embargo no lo toman así porque este en los buenos suelos permanece poco tiempo en este estado.

pues rápidamente se transforma en N. nítrico. Es decir las sales amoniacales se transforman en nitratos. Es pues un proceso de nitrificación, última fase de la mineralización del N. orgánico.

Este proceso parece que se verifica en una sola fase o golpe pero se ha comprobado por experiencias hechas en los laboratorios que este proceso se verifica en dos fases: a) Una llamada de nitrosación, que consiste en que las sales amoniacales en los buenos terrenos se oxidan por la acción de unas bacterias o fermentos llamados bacterias nitrosas, las cuales pertenecen a dos grupos principalmente: nitrosomonas y nitrosobacter.

Al oxidarse los compuestos amoniacales ese N. amoniacal se transforma en nitroso, aunque no sea fácil encontrarle en el suelo, porque unido a los alcalis se transforma en nitritos (cálcico, potásico, sodico). Aquí termina esta 1ª fase llamada de nitrosación, la cual es difícil distinguir de la otra en el suelo, por su rapidez pero no en el laboratorio, donde se ha observado.

b) Entonces cuando ya se han formado los nitritos viene la 2ª fase llamada de nitratación. Estos nitritos que acaban de formarse se oxidan en

presencia de otras bacterias o fermentos nitrificos que son principalmente nitrosomonas y nitrobacter y al oxidarse se transforman en nitratos. Todo este proceso de nitrificación tiene mucha importancia porque si no existiera se podian ir disueltos en el agua los compuestos ya que el suelo no absorbe el ion nitrico.

Condiciones para que se verifique la nitrificación. En primer lugar se necesita la presencia de nitrógeno amoniacal. Además que el suelo sea poroso, permeable para que pueda penetrar el aire y con él, el oxígeno. Faltan también bacterias nitrificas y una base porque si no existiera se produciría demasiada acidez.

Proceso de fijación del N. aereo. Dijimos al hablar de este elemento que no lo asimilaban las plantas pero que al unirse con el oxígeno en presencia de las descargas eléctricas formaba compuestos que, arrastrados por el agua enriquecen el suelo. (pag 6)

Pero aparte de esta fijación hay otra mas importante que es la debida a diversas bacterias que existen en los suelos en las raices de las leguminosas y lo absorben directamente. En la Agricultura se considera a las leguminosas como plantas mejorantes, que enriquecen al suelo en este elemento, y no necesitan por lo me-

nos durante casi toda su vida de abonos nitrogenados. Esto es debido (explicado por experiencias de Hellriegel y Wilfarth) a que las leguminosas son capaces de fijar indirectamente el nitrógeno aéreo, gracias a la asociación con unas bacterias que viven en el suelo y examinadas al microscopio en un corte están formadas por corpusculos móviles en forma de γ (bacteroides). Cuando las raíces de la leguminosa se desarrollan parece que segregan una sustancia que atrae a las bacterias. La leguminosa proporciona a estas los hidratos de carbono: los tejidos irritados por la entrada de la bacteria multiplican sus células y así se originan esas nudosidades en las raíces.



Bacillus radicicola.

En un corte a una nudosidad veremos que las células están invadidas por enorme cantidad de estas bacterias. La bacteria da a la planta en cambio de los hidratos de C., el N. que ella absorbe del aire atmosférico. Estas bacterias pertenecen a la especie *Bacillus radicicola* (*Rhizobium leguminosarum*). Ahora indudablemente deben existir varias razas o especies de esta bacteria porque cada grupo de leguminosas tiene

que ser inoculado por una determinada bacteria de este grupo o especie. Parece que no solamente las leguminosas tienen esta propiedad si no que ^{tambien} se han hecho experiencias con el maiz u.g. y en un cultivo pobre ^{de} este adicionando estas bacterias vive bien y da buena cosecha. se ha intentado con resultados dudosos o nulos el suplir los abonos nitrogenados por cultivos de estas bacterias productoras de nitrogeno y el no obtener resultado ha sido debido a la dificultad del equilibrio entre las distintas bacterias que no se adaptan bien.

A parte de estas bacterias que viven en las raices de las leguminosas, tambien se ha comprobado la existencia de otras capaces de fijar el nitrogeno atmosferico. Kossowich vio que existia en el suelo una bacteria productora de nitrogeno anaerobio: "*Clostridium*" ^{*Pastorianum*} "el nombre alude a *Pasteur*" que vive asociada a dos bacilos α y β que son oxibioticos y se encargan de quitar al aire el oxigeno para darlo al clostridium. Pero de mayor importancia que esta parece que lo son otras que se han descubierto despues pertenecientes al genero ~~anaerobium~~ azotobacter que son oxibioticas y existen en los buenos suelos en mayor

abundancia que el *clotridium*. Despues, entre los seres ya mayores y organizados (aunque aun microscopicos) existen algunas algas que parecen capaces de fijar el N. del aire. -- Asi por todos estos organismos el suelo se enriquece en parte y compensa las pérdidas del hombre por las cosechas: Es mucho mayor lo que se enriquece que lo que el hombre extrae.

Hay tambien en algunos suelos (sobre todo en los exfisiantes o pantanosos) las bacterias que se llaman desnitrificantes (*Bacillus desnitrificans*) que ejercen un fenomeno de desnitrificación, es decir contrario al anterior. Estas bacterias ^{que son anaerobias,} ~~utilizan~~ O. de las sustancias que lo posean (nitratos) a los que descomponen quitando el O y dejando en libertad el N. Influye tambien ^{el exceso de} mucha materia orgánica y sin aire para la vida de estos seres. El hombre se ha preocupado de ver que elementos influyen en ella: En 1º lugar parece que la abundancia de nitratos en los suelos inhibe la función de todas estas materias fijadoras de N. aereo. El azufre parece que favorece la vida de estos microbios, quizá porque destruye la presencia de otros germenés del suelo y la actuacion de las fijadoras de N. es mas fácil.

Las experiencias hechas en campo libre no responden.

98

cuando quedan solas. Un gran ^{químico} español, (Rafael Solano) ^{- Rocasolano.} ha hecho varios trabajos y ha descubierto que el lignito coloidal puesto en condiciones especiales y activado influye de un modo enorme en la actividad de estas bacterias. El enriquecimiento por hectarea es de 600 Kgs de N. (comprobado en el laboratorio).

Clasificación de las tierras teniendo en cuenta estas propiedades del suelo = Diferentes modos de determinar la proporción en que entran los elementos físicos - Análisis - Una clasificación de las tierras vulgar y practicada por la gente de campo es la que divide a las tierras en fuertes y sueltas ó flojas. Las 1.^{as} son aquellas que ofrecen tenacidad y cohesión (arcillosas) y son poco permeables. Si no falta el agua suelen ser buenas, sobre todo para el cultivo de cereales. Las 2.^{as} de propiedades contrarias.

Teniendo en cuenta el elemento que predomina en ellas, tierra franca o buena para el cultivo en general se dice de aquella, que aparte de tener un grosor o espesor suficiente entran sus elementos físicos próximamente en las proporciones de: - arena - 60-70% - - Arcilla bruta - 20-30%
(si solo atendemos a la arcilla coloidal no debe pasar de un 0.5%)

La proporción de la caliza activa varia porque depende de la cantidad de materia orgánica del terreno. Si el terreno es pobre en materia orgánica es mucho la proporción de 10-20%. Si es rico, por el contrario, el 20% es poco. Del mismo modo la proporción del humus va también unida a la ^{cantidad} de caliza y suele entrar corrientemente de 5% a 10%.

Cuando algún elemento entra en mayor proporción que la aquí indicada es extrema y se nombra la tierra atendiendo al elemento que predomina. Así hay tierras arenosas o silíceas, arcillosas, calizas y humíferas o mantillojas. Si fueran dos elementos los que entraran en mayor proporción se unirían los dos nombres de dichos elementos para indicar la tierra. Así diríamos: tierra mantilloso-caliza. (Suele anteponerse el elem. de + exceso)

Vamos a ver como el agronomo puede darse cuenta de las condiciones de una tierra antes de cultivarla. En 1^{er} lugar puede hacerse un experimento previo fijandose en el color, la vegetación espontánea etc. (Sin embargo esto no basta y hay que completarlo con el análisis):

Por el color. En las tierras muy blancas ese color indica predominio de ca-

4) dejando al descubierto las raíces.

100

liza o yeso. Son tierras frías y con las heladas se abren fuertemente.

El color oscuro de las tierras indica la presencia de humus. Son tierras ácidas, impropias para el cultivo si no se neutraliza esa acidez mediante el encalado (adición de caliza). Son tierras calientes. - Las tierras rojas o pardas que después de una lluvia mantienen los charcos sin evaporar ~~eso~~ ^{esto} indica una tierra arcillosa poco permeable y demasiado tenaz. El color más o menos grisáceo indica tierra arenosa que fácilmente se desmenuza y desmorona. Son tierras pobres.

Si a estos datos de color unimos los de vegetación tenemos un juicio más exacto acerca de las tierras. Así en las tierras calizas suelen darse espontáneamente o como malas yerbas las leguminosas silvestres (trebol, alfalfa etc).

Si entre las tierras abundan amapolas, ranunculos y gramíneas silvestres eso suele indicar tierras arcillosas. Y si predominan en ellas cañas, carrizos, juncos y ortigas indica una tierra húmida, con mucha materia orgánica.

Podemos adquirir seguridad con los análisis de la tierra.

Estos pueden ser mecánicos, físicos - ^{químicos} y bacteriológicos.

Los análisis ^{mecánicos} son procedimientos mecánicos o físicos, que no destruyen y se li-

mitan a separar la tierra analizada ^{en el} orden según su tamaño. Si entran en gran proporción los elementos gruesos, la tierra es mas permeable poco tenaz etc.

Estos analisis mecánicos son hoy muy importantes y utilizados en Agricultura. Su fundamento consiste en hacer pasar ^{la tierra} una corriente de agua, que 1.º arrastra los materiales finos y deja los mas gruesos, y despues, cuando pierde velocidad va depositando los materiales cada vez mas finos. (Proceso de arrastre o desfogamiento) Otros analisis de esta clase se llaman de sedimentación porque en ellos se echa la tierra en gran cantidad de agua y se van depositando los materiales por orden de tamaños. Por el tiempo que tardan en depositarse y el peso de los materiales podemos darnos idea de la proporción en que entran. Para los 1.º analisis de arrastre existen muchos aparatos entre ellos el de Schultz, el de Kopeckig y el de Nobel.

Este último consiste en un aparato como el representado en la fig A, que consta de 4 vasijas cuya forma es la indicada en el dibujo de tamaños cada vez mayores ^{incremientando} en las proporciones de 1, 4, 9 y 16. La 1.ª vasija comunica con un depósito o frasco de gran tamaño (F) y mediante unos tubos de goma se enlazan las



Fig A

Las flechas indican la dirección del agua.

cuatro varijas de modo que la parte superior de la una comuniquen con la parte inferior de la siguiente. La última comuni-

ca con una 5ª vasija cualquiera colocada al final. En la 1ª vasija se colocan 30 g. de tierra que haya sido tamizada por un tamiz de 2 mm. y después se la ha hecho hervir en agua durante tres ó cuatro horas para romper la unión que pudiera haber entre sus partículas. El agua que sale del depósito F entra con mucha fuerza en la 1ª vasija y será capaz de arrastrar los elementos finos y los de tamaños medio. Al llegar a la 2ª ha perdido velocidad y parte de los materiales que lleva los deposita. En la 3ª se depositan los de tamaño más pequeño. y en la última la arcilla bruta. Por último en la vasija corriente el agua entra turbia debido a la suspensión que lleva de arcilla coloidal.

Los materiales se depositan, pues, en este orden: cantos, gravas, arenas y limos. Estos tres últimos grupos se dividen a su vez en 3 sub-

(1) El aparato puede girar alrededor de un eje E-E', que pasa por su centro en forma horizontal.

Grupos: Grueso, medio y fino. Teniendo en cuenta la proporción que dije unos antes de la tierra franca clasificaremos la tierra en cuestión.

Análisis de sedimentación. Para esta clase de análisis, el procedimiento más usado es el de Viegner. Este consta de dos tubos ^{graduados y de distinto diámetro}, que comunican entre sí pudiendo abrirse y cerrarse esta comunicación por una llave LL.

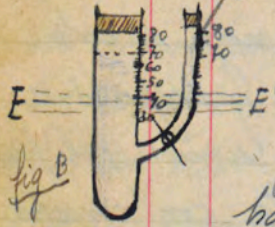


fig B

Quando se va a hacer un análisis se tapan los tubos con ciertos tapones despues de haberlo preparado, tomando 60 grs de tierra finizada y colocandola en el tubo grande con agua destilada hasta una altura cerca de 70 mms. y en el tubo pequeño solo agua destilada hasta los 80, despues de haber cerrado la llave LL. Entonces se hace girar al aparato alrededor de su eje con vueltas lentas (30 en 5 minutos) y luego se deja en posición vertical quitando los tapones y abriendo la llave. Entonces, como el agua en el tubo de menor diámetro estaba a mayor altura tiende a descender primero rapidamente y luego mas despacio hasta que se para; los niveles adquiridos (teoría de los vasos comunicantes) no serán exactamente iguales sino algo más bajo el del tubo grueso debido a la diferencia de densidades. (Serán H y h las

alturas en el tubo pequeño y en el grande) En el momento en que se detiene el agua destilada que desciende del tubo pequeño se anota la diferencia de alturas y se pone en marcha un cronómetro. Al principio habrá en el tubo grueso una suspensión de los materiales pero después se irán depositando tanto mas pronto cuanto mas grandes sean. Fundados en que el agua en ambos tubos debe adquirir un nivel aproximado pero no exacto por la diferencia de densidad se puede determinar la cantidad de materiales depositados. Cuando el agua dejó de descender rapidamente la diferencia de alturas equivalia o correspondia a 100 (Cuando toda la tierra está en suspensión) Al cabo de un cierto tiempo se ve la nueva diferencia de alturas que hay entre ambos tubos (ya se habrán depositado en el grueso algunos materiales) = $\frac{H-h}{100} = \frac{H'-h'}{x}$

Se deja pasar otro otro rato, al cabo del cual haremos lo mismo $\frac{H''-h''}{100} = \frac{H'''-h'''}{x'}$. Si hallamos el valor de x y x' es indudable que los materiales primeros son mas gruesos que los siguientes (método empleado en el Laboratorio).

Este procedimiento es mas cómodo y científico que el de Stöber.

Análisis físico-químico o de Schloessing - Tiene por objeto determi-

nar la proporción de los 4 elementos físicos y se puede considerar como físico por esta razón. Y tiene una parte química por sus procedimientos, que si bien son algunos mecánicos la mayor parte de ellos dan reacciones químicas.

Se toman 10 gramos de la tierra problema tamizada en un tamiz de 10 mayas x cm. (Para tamizar se añade agua y toda esa agua turbia se deja en un estanque hasta que se evapora quedando entonces la arena gruesa, la fina, la caliza, la arcilla coloidal y el humus) Con esos volúms de tierra se llena una capsula de porcelana con adición de agua destilada.

Se revuelve ese liquido con el dedo y se desmenuza hasta que se ^{extingue}; entonces sacamos el dedo y lo dejamos así medio minuto ^{para que se deposite la arena gruesa} al cabo del cual transferimos a un gran vaso. Se vuelve a repetir la operación (frotar y desmenuzar) todas las veces que sea preciso hasta lograr que el liquido que sobrenada salga perfectamente transparente. Después de estos lavados en la capsula de porcelana nos quedará un depósito que es la arena y en el vaso de precipitados habremos encontrado muchas cosas: Como la arena gruesa está humedecida se lleva a una estufa y se deseca (esto suele hacerse a 105°) y se mantiene allí $\frac{1}{2}$ ó una hora. Después se lleva a (un desecador para que se enfríe - (atmosfera seca)

Cuando está fría se pesa, se vuelve a llevar a la estufa y luego al desecador, volviendo a pesar. Si el peso coincide con el 1º la arena ha perdido toda el agua. Como hemos pesado con la capsula P-II será el verdadero peso de la arena gruesa. Como los análisis se refieren a 10 grs de arena hay que utilizar el tanto por ciento para saber la cantidad que hay en 100 grs de tierra:

Si en 10 ——— P-II $x = \frac{P-II \times 100}{10} = (P-II) \times 10$ y sea que la cantidad de arena por 100 es 10 veces la diferencia de P y H.

arena fina
Caliza
Arcilla coloidal
Humus.

En el vaso de precipitados se adiciona gota a gota NO_3H hasta tanto que no se produzca efervescencia porque entonces han desaparecido los carbonatos. Queda en solución el $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$. En el fondo la arena por su propio peso y la arcilla coloidal porque se floccula o coagula en presencia del $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$. (electrolito) Ahora se filtra y pasará solo lo disuelto (caliza al estado de nitrato) pero no lo demás y casi ya tenemos a la caliza separada de los otros elementos: En el papel de filtro recogeremos, pues, lo restante: arena fina, arcilla coloidal coagulada y humus. Conviene lavar hasta que el filtrado comienza a hacerse lento.

En la vasija en que hemos recogido el nitrato calcico, concentrando el liquido se puede tomar la caliza: liquido $\text{Ca} + \text{NH}_3 + \text{oxalato amonico}$ = precipitado blanco de oxalato de calcio. Como ya se ha precipitado la caliza se filtra y en el mismo filtro se mete en un crisol y se lleva a un horno en el cual se calcina transformandose en CaO (cal viva) entonces se debe enfriar el crisol y se pesa; si de este peso restamos el del crisol, nos queda el peso de la

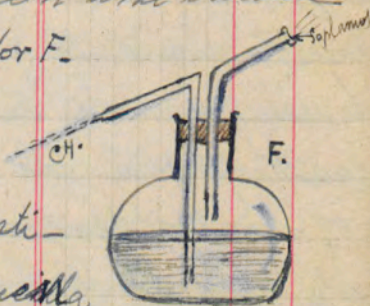
(llamado muestra)

caliza, que habia en la tierra. Como habiamos obtenido 10 gr de tierra la cantidad por 100 será: $\frac{10g}{100} = \frac{P'(\text{caliza})}{x}$; $x = 10 P' = \text{caliza } \%$

Quedan, pues, la arena fina, la arcilla coloidal y el humus. Los tomamos del papel de filtro, donde quedaron rompiendo este con una varilla e introduciendolos en un vaso ayudados del frasco lavador F. (ver fisica) cuyo chorro CH se diri hacia estos elementos.



Saldrá un agua turbia que lleve arrastrados estos tres elementos - (se lava bien el filtro con agua destilada) - (L.) la arcilla entra en suspensión. La arena fina al dejar el liquido en reposo se deposita en el fondo. En el li-



quido turbio que sobrenada quedan la arcilla coloidal y el humus. Este último flota en el agua, por ser de restos vegetales. Para separarlos se traspasa procurando que no pase arena fina; se echa mas agua destilada y se mueve a traspasar, esto se puede hacer con un sifon, de modo que el tubo mtoque a la arena. Se repite varias veces hasta que no quede la arena fina, que se deseca como la grasa.⁽¹⁾

Despues de traspasado, el liquido tiene humus y arcilla en suspensión, que para separarlos se ayuda una disolución de Cl. K. u otro electrolito, con lo cual la arcilla se coagula, quedando en el filtro con el humus. No deposita se

(1) Si P'' es el peso de la arena fina, el tanto por ciento será $10 P''$

echa en una capsula de porcelana y se pesa: este peso P es de las 2 cosas unidas.

Para saber lo peso individual de las se lleva la capsula al horno, con lo que el humus se quemara; quedara sola arcilla coagulada, con lo que el peso del humus sera la diferencia.

Análisis químico - Concepto de acidez corriente: Reacciones del suelo - Vemos algunos acidos v.g el ClH que son mas fuertes que otros v.g el acido acético - Existe un concepto llamado acidez actual que nos razona porque es el ClH mas fuerte que el acido acético y porque en general hay acidos mas fuertes que otros.

Depende la acidez de los hidrogeniones del acido v.g. $\overset{-}{C} \overset{+}{H} - CH_3 - COO \overset{+}{H}$
Al disolverse los acidos se ionizan y si en el ClH se encuentran mas iones es señal de que hay mas hidrogeniones (la cantidad de hidrogeniones es siempre un n° muy pequeño)

Tambien el agua está ionizada: $H_2O = \overset{-}{H} \overset{+}{H}$ pero tiene el hidrogeno al estado de ión es decir el hidrogenion en una cantidad pequenísima de $\frac{1}{10^7}$ Es decir que su concentración en hidrogeno es igual a 10^{-7} Este 10^7 mismo -7 cambiado de signo recibe el nombre de PH (símbolo) que nos indica los hidrogeniones del agua. Luego PH es el logaritmo cambiado de signo de la concentración en iones hidrogeno. Cuando el PH es igual a 7 la tierra ensayada tiene acidez neutra. Teniendo en cuenta esto podremos decir que todo n° PH mas bajo de 7 indicara una tierra acida

(1) La concentración en hidrogeniones está determinada por la cantidad de iones H que hay en el liquido

cuanto ^{sea} mayor de 7 será base: Base = 8, 9... etc Neutro = 7. Acido 6, 5 etc

El símbolo PH nos expresa, pues, la acidez actual de una tierra.

Este dato es muy interesante ya que las plantas vegetan mejor en suelos neutros o ligeramente alcalinos. Sin embargo hay excepciones y. g. el centeno que se da en tierras francamente acidas. Pero por lo general todas las plantas vegetan mejor sin acidez y también las bacterias algunas de las cuales como el *Dyotobacter* dejan de actuar si el suelo está ácido con 6 PH.

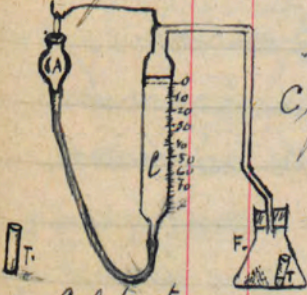
Procedimientos - Los métodos colorimétricos se fundan en que hay cuerpos que adquieren diferente coloración al ponerse en contacto con líquidos cuyo PH sea diferente. Consisten en tomar un frasco de cuarzo de 50 cms³ de volumen el cual se llena hasta la 3^a parte de la tierra cuyo PH queremos averiguar y después se llena de agua ^{destilada} ~~destilada~~ luego se tapa el frasco y se agita, dejándolo en reposo. El líquido que sobrenada se filtra y se echa en un pocillo o canaladura practicado en una chapa. P. que lleva al lado una gama de colores con una número correspondiente ^{que indica un PH.} Al añadir al líquido unas gotas del indicador universal Merck se ve que coloración toma



el agua y es facil darse cuenta a que color de la escala se parece mas y por tanto a que PH corresponde, fijandose en el n° del color.

Los métodos electricos se fundan en que el potencial ^{de una corriente que atraviesa el liquido} sufre un cambio influenciado por el PH del liquido (conocido el potencial, se determina el PH, por unas tablas.)

Calcimetro - Un elemento que interesa mucho y se puede determinar facilmente es la caliza del suelo. Puede determinarse por la cantidad de CO₂ que se desprende en la reaccion: $CO_3 M'' + ClH = CO_2 + H_2O + Cl M''$. Para ello se emplea



Calcimetro.

un aparato llamado calcimetro cuya parte esencial es un tubo largo C, graduado en cms³ que se estrecha por sus extremos y comunica por uno de ellos con una ampolla A ^{de vidrio hueco} y por otro en un matraz F. Se dispone aparte de un tubito T. Para operar con este aparato se echa agua por la ampolla hasta que llene C hasta cerca de 5 grados (un poco mas arriba conviene) Despues se toma un gramo de tierra tamizada y se coloca en el interior del matraz juntamente con el tubito que se ha llenado de ClH aproximadamente hasta las $\frac{2}{3}$ partes y se coloca en el interior de F con ayuda de unas pinzas inclinado contra las paredes. Se ajusta bien el matraz y esta presion se la

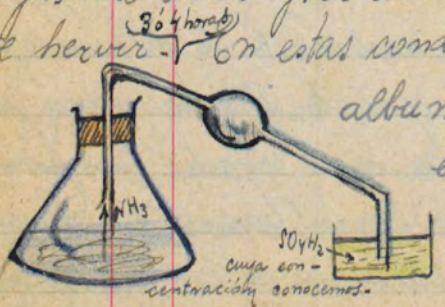
(1) En estas condiciones el volumen de CO_2 no está medido en presiones normales.

11) (2) Si el CO_2 desprendido es = 15 cm^3 multiplicando ese m^3 por 0'0004 (cantidad de caliza que había en la tierra) y si queremos hallar el tanto por ciento será: $15 \times 0'0004 \times 100 = 6\%$ de caliza -

empuja el agua de C hasta o precisamente. Dando un golpe al matraz se hace caer el tubito, que vierte el CH sobre la caliza que hubiera en la tierra y se desprende CO_2 , que empujando al agua de C la hace descender. Descolgamos la ampolla y la ponemos al mismo nivel que el tubo con lo que ya habrá iguales condiciones de presión medida, por tanto que se referirá a la presión ordinaria. (2) para 44 (mole de CO_2) $\frac{44}{22.700} = \frac{x}{15 \text{ cm}^3}$ $x = \frac{44 \times 15}{22400} = 0'004$

Otros elementos químicos - además de la caliza son el N, P y K. Para determinarlos se usan procedimientos que entran ya en el campo de la Química.

Para el Nitrogeno se emplea el método de Kjeldal que consiste en tratar 1 gr o 10 grs de tierra por ácido sulfosulfúrico, lo cual se coloca en un matraz y se hace hervir. En estas condiciones al oxidarse la materia orgánica la molécula



albuminóidea se destruye y el N orgánico se transforma en amoniacal que se fija sobre el ácido y se forma sulfato amónico $(\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2)$. Este se coloca en un matraz añadiendo una disolución de sosa produciéndose otra sal con despr. de NH_3 (3) se calienta

y como hemos puesto sulfurico en exceso parte del sulfurico es neutralizado por el amoniaco - y otra parte quedará libre la cual es neutralizada con la sosa. Diremos: Como en una molécula de sulfuro amónico

(3) Con un sencillo aparato de destilación (fig) el cual va a parar a varija con sulfurico de concentración y cantidad conocidas se recoge el NH_3 .

Hay 28 de N en el exceso de sulfúrico habrá x de N.

El Ph se determina al estado de fosfórico: P_2O_5 . Se toma un gramo de tierra y se calienta con ácido nítrico para que se disuelva el fosfato tricálcico. Una vez atacada la tierra se añade el reactivo molidato amónico. Este precipitado se redisuelve en amoniaco y entonces añadimos mixtura magnésiana. Entonces se precipita todo el fósforo al estado de fosfato amónico magnésico. Este precipitado se recoge en un filtro, se lava y se calcina.

Entonces se forma pirofosfato magnésico P_2O_7Mg . Se determina su peso.

J diremos: si en una molecula de P_2O_7Mg hay tantas de fosfórico.

En las encontradas de P_2O_7Mg habrá x -

La potasa. Se disuelve el potasio y se añade cloruro platínico o una sal de platino: las sales de K con las de Pt dan un precipitado doble que se calcina. Y lo que nos queda es Pt, por la cantidad del cual se determina el potasio: $Cl_6PtH_2 + 2ClK = Cl_4PtK_2$ (cloroplatinato potásico) Se este precipitado al calcinarlo queda Pt.

Las consecuencias de los análisis = Debido a los energicos procedimientos que

se usan, ese fósforo o ese potasio no están del todo en condiciones para que la planta los asimile, ya que las plantas no disponen de ácidos tan energéticos.

Análisis racional. ^{se hace} Teniendo en cuenta que si una tierra tiene de N. un 1% está bien, con una riqueza media - (si tiene menos es pobre y serán necesarios los abonos, si tiene más es rica) se dice lo mismo del fósforo. De la potasa hay que tener en cuenta que si la tierra tiene de K_2O un 2% tiene riqueza suficiente. Para cerciorarse bien de todas estas cosas el agricultor tiene el análisis racional que hace en campos de experimentación.

N P_2O_5 K_2O	N
P_2O_5	K_2O
N P_2O_5	N K_2O
K_2O P_2O_5	

↓
parcela
testigo.

Para ello en varias parcelas juntas, de la misma tierra y de aparente igual aspecto pone distinto abono en cada una. En la 1^a (A) pone abono completo y en las otras lo pone para que a cada una falte un elemento y luego que falten dos. Después de estas diversas combinaciones deja una ellas sin abono ninguno (parcela testigo). Siembra las mismas plantas, con igual semilla y en la misma época en todas y después recoge por separado. Pesa esos productos y por los pesos que obtenga, compara con la parcela tes-

tigo y deduce las consecuencias.

Fertilidad - Una tierra es fértil cuando nos proporciona abundantes cosechas. En 1^{er} lugar las propiedades de las tierras francas han de tenerse en cuenta. Además debe ser suficientemente permeable a gases y líquidos y los elementos fertilizantes (N, K, Ph-) han de estar en cantidades suficientes. Cuando una tierra nos da cosechas escasas o nulas se dice estéril y no debe utilizarse a menos que se modifique si ello resulta económico. La esterilidad de una tierra puede ser debida al exceso de un elemento (ácida, arcillosa), al exceso de humedad o de sales que se acumulan en los suelos por falta de lluvia o también debido a la presencia de sales tóxicas o venenos para la planta (sulfuros).

Antes se daba el nombre de cansancio del suelo al hecho de que las cosechas eran cada vez menores. La explicación de este cansancio es la de suponer que era debido al empobrecimiento de los elementos fertilizantes. Ocurre que una tierra cansada para un determinado ^{cultivo} deja de estarlo si cambiamos este. Si v.g una cosecha de patatas va siendo casi nula se com-

bia el cultivo poniendo cereales y nos da de ~~buena~~ buena cosecha. Por eso se ha supuesto que hay determinados cultivos cuyos restos al descomponerse segregan violentos venenos para aquella especie pero inocuos e inofensivos para otras. El análisis ha descubierto en los suelos sustancias muy venenosas (cadaverina, putrefaccina) procedentes de la descomposición como también en menores cantidades el ácido ricinoléico. — También se ha creído debido a un desequilibrio en la flora y fauna microbianas. Una prueba de esta creencia es la costumbre en algunos lugares (América del N.) de desinfectar el suelo, aplicando sustancias (sulfuro de carbono, bencina) las cuales destruyen los protozoos, notándose después un aumento en la cosecha. Tal suposición ha llegado a tal punto que algunos han creído que si los abonos surten efecto es porque son desinfectantes, no por ser fertilizantes.

Modificaciones del hombre en las propiedades del suelo.

1.^o En las propiedades físicas: Estas propiedades el hombre las modifica por procedimientos diversos. En 1.^o lugar por los labores se modifica la tenacidad, la falta de humedad por los riegos y el exceso de hume-

dad por las labores de saneamiento. Procura tambien modificar la cantidad de elementos fisicos del terreno (enmiendas.)

Labores. Tienen por objeto mullir o tornar mas suelto el terreno, es decir aumentar el volumen ocupado por los espacios vacios de lo cual se deriva la mayor o menor resistencia. Hay labores especiales: Atendiendo a la profundidad hasta la cual el suelo es modificado las labores reciben el nombre de superficiales cuando la capa removida no llega como maximum a los 15 cms.

Se llaman medias o preparatorias aquellas en que la capa removida varia de 15 a 30 cms y profundas, las que profundizan su labor hasta los 40 o 50 cms. Se las llama tambien periodicas porque no se realizan todos los años sino cada 4 o 5. Cuando se limitan a arañar el subsuelo sin mezclarlo con el suelo se llaman de desfonde. Las hay tambien de roturación que se realizan en ~~arar~~ un campo virgen en el cual se trata de cultivar por vez primera.

Labores medias o preparatorias. Son las primeras que se realizan en un suelo. Se pueden hacer con instrumentos movidos a bazo, por trac

tores o con animales. Los instrumentos a brazo son la pala, la azada y

La pala. Consiste en una lámina de metal de forma trapezo-
 pal con la base ^{superior} inferior y cortante y en la parte superior un reborde
 grueso y un cilindro hueco ^(cubo) en el medio, de donde sale el mango o
 astil. Se mayor o menor tamaño pero conviene que pese poco pero
 sea fuerte. Puede estar ligeramente alveada. La labor o empleo
 de la pala consiste en introducirla en el suelo y clavarla (si es
 preciso, apoyando el pie en el borde superior), al palancando se des-
 taca el prisma de tierra que tiene por base la hoja de la pala, y que
 hemos cortado con esta. Elevando la pala a unos 5 cms se deja caer el pris-
 ma de tierra en otro lugar con la cara invertida.



Pala

La azada. Consiste en una lámina mas gruesa que la ante-
 rior en la cual el mango forma con la pala un ángu-
 lulo variable (mas o menos agudo). Puede ser pró-
 ximo o mayor que el recto. Para emplearla el agricultor
 la clava y tira hacia si del prisma desprendido. Su labor, mi-



Azadas

(1) Firando hacia atrás para descuajar la tierra que queda remorrida pero sin invertir.

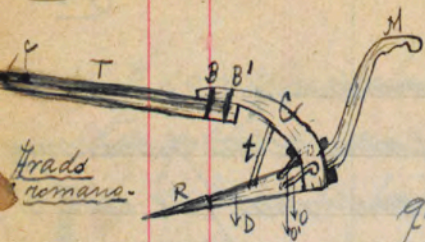
118

nos perfecta que la de la pala suele preferirse por economía.

La laya. Es un instrumento poco conocido en la España seca pero muy usada en la húmeda y terrenos pedregosos. No tiene mas que dos o tres dientes continuados por un corto mango con manija para hincar con las dos manos. El agricultor del Norte suele trabajar con dos layas, que clava con el pie en "la tierra". Hoy es apenas usada no siendo en el pequeño cultivo individual donde se utiliza mucho. (muerta)

Hoy se han sustituido estos instrumentos casi del todo por los aparatos movidos por animales o tractores de los cuales pertenece el arado.

El arado romano o antiguo, empleado desde muy antiguo y con bastantes defectos hoy, entre ellos el de que se adhiere a la tierra porque suele tener de madera la mayor parte de las piezas. Sin embargo aun es muy usado en algunas tierras y tiene la ventaja de ser muy facil de arreglar, aun en pueblos pequeños, caso de que se estropee. Consta en 1º lugar de una pieza de hierro en forma de cuña que es la reja (R) y va asentada o unida a una pieza de madera llamada den-



Grado
romano.

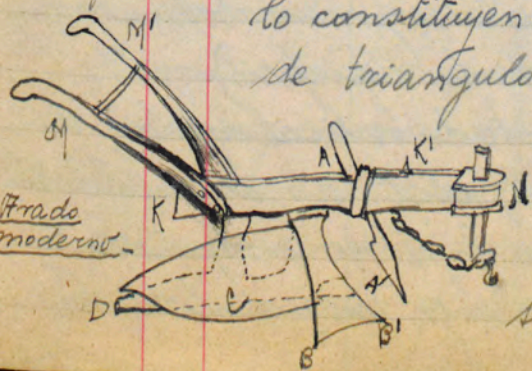
□ = pescuña.

tal (D) mediante un mango o cabo de hierro. El dental se une con otra pieza de madera arqueada que se llama cama (C). Existe una pieza transversal de madera o hierro llamada telera (t) que mantiene unida la cama y el dental permitiendo variar, aunque poco, el ángulo que forman. Las orejeras (o r) son dos palitros que se ajustan en dos agujeros de la parte posterior del dental formando un ángulo obtuso con la reja. Para mantener unido el dental a la cama lleva el arado una cuña o conjunto de ellas de madera, que constituye el pescuña. En la parte superior del dental y dirigiéndose hacia arriba sale la manquera (M) con extremidad encorvada, por la cual agarra y dirige el ganán. La cama en su parte anterior se une a otra pieza de madera en forma de lanza llamada timón (T) adonde se une el yugo para las mulas mediante unos agujeros situados en la extremidad del timón que se unen al yugo por clavos constituyendo el clavijero (c). Para sujetar la cama al timón hay dos anillas de hierro que se llaman belortas (B-B').

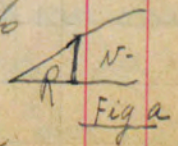
La reja corta el prisma de tierra horizontalmente, perforando la tierra y levantandola desmenuzada en terrones, lo cual es muy conveniente para los climas secos pero este arado es muy superficial y profunda muy poco. Además las piezas, sobre todo el dental aumentan bastante las resistencias por la adhesión de la madera. La fijera de sus partes sobre todo la rigidez del timón ocasiona violentas sacudidas que se transmiten a los animales lo cual los fatiga y hace penoso el trabajo del gañán. Además tiene el grave inconveniente de la falta de reguladores de profundidad y anchura.

Las ventajas son el desmenuzamiento de la tierra, su facil arreglo y su economía.

Arado moderno Sus piezas son de hierro. El cuerpo de este arado lo constituyen la reja y la vertedera. La 1ª suele ser de forma de triangulo rectangulo pero en otros casos tiene la forma que indica la figura (B-B') y se une a la vertedera



Cuando tiene forma de triangulo rectangulo (fig a) la cara mayor descansa sobre el suelo, la menor se une a la vertedera y la



hipotemusa corta. La vertedera, órgano que caracteriza a los arados modernos (C) levanta y vuelve sobre sí misma la faja de tierra, separada por la acción continuada de la cuchilla y de la reja. La cuchilla (AA') realiza la operación de cortar verticalmente el prisma de tierra. El dental (D) es una pieza de fundición a la cual se fijan por medio de tornillos o pernos la reja y la vertedera. La cama (KK') forma el cuerpo del arado y a ella van unidas las piezas de trabajo. El graduador o timón de profundidad (N) que se une a la cadena de tiro tiene por objeto variar de derecha a izquierda la línea de tiro haciéndola subir o bajar. Las manceras (M-M') son dos palancas situadas en la parte superior de la cama, un poco levantadas sobre esta que sirven para remediar los desvíos producidos en la marcha por un obstáculo cualquiera (piedra, cambio brusco en la forma de la superficie).

Como existe la cuchilla el prisma de tierra es cortado verticalmente, resaca por la vertedera y cae, formando con la horizontal un ángulo de 45° .
Modificaciones de este arado son el de vertedera fija de uso general y muchos inconvenientes y el arado de antetrén, cuya más sencilla mo-

dificación consiste en una horquilla con una rueda o dos al lado de la cuchilla.

Para algunos casos se emplean arados especiales entre ellos los vinadores y apocadores. Los 1^{os} son arados ligeros, de vertedera giratoria y construidos para una sola caballería. Los apocadores son arados de dobles vertederas, simétricamente colocadas, móviles y con expansión angular por medio de charnelas para acomodarse a la anchura de las interlíneas de las plantas. Echan la tierra a uno y otro lado del surco que trazan al moverse.

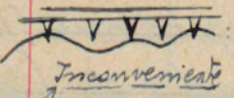
El arado patatero sirve para sacar las raíces y tubérculos.

Labores superficiales o complementarias. El 1^{er} alude a que la capa de tierra removida solo llega a 15 cms como maximum y corrientemente a 8. o 10 cms. El otro nombre a ^{que tienden a} completar las labores preparatorias u ordinarias.

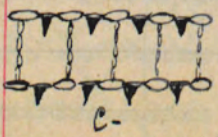
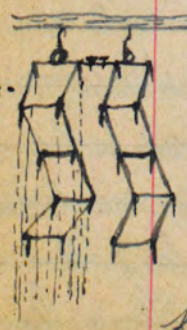
Su misión principal suele ser mantener mullida la superficie de la tierra con objeto de evitar la costra que trae consigo la evaporación excesiva.

Se quitan las malas hierbas y se acumula tierra en la base de los tallos. Los instrumentos que ejecutan estas labores superficiales son las llas.

maderas gradadas o rastras. Estas consistían antes en un bastidor de ma-
 dera de forma rectangular que por una parte engancha-
 ba con el tiro de arrastre y llevaba una serie de trave-
 sas con clavos de acero o hierro los cuales rom-
 pen la costra al ser arrastrada la grada - Es-
 tas se llamaban rígidas y constituidas por maderas,



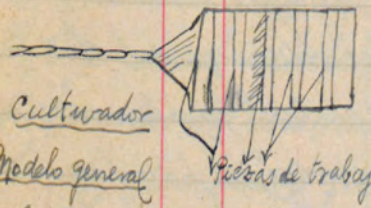
no les permitía esta flexibilidad alguna. Además presen-
 tan el inconveniente de que si el terreno está desigual trabaja solo en
 las partes altas y queda el valle sin gradear. - Por eso apare-
 cieron luego las articuladas que están formadas por varios cuerpos y
 ya son flexibles. Pueden ser de zig-zag (z.) y de cadena (c) que
 consiste en una serie de eslabones provistos de puntas o
 clavos y unidos entre si, los cuales se adaptan perfec-
 tamente al terreno. (Todas estas gradadas se llaman de arrastre)



Las gradadas giratorias o rotativas que consisten en un con-
 junto de anillos con 3 dientes que van sobre un eje o varios que les

permiten girar a su alrededor.

2) Otros aparatos que efectúan labores superficiales son los cultivadores cuyos variados modelos se suelen reducir a un bastidor de forma trapezoidal o de pentágono en la parte anterior del cual se enganchan al tiro; Van provistos de sosten o rueda que facilita su trabajo. Y después en unas travesas o barras de madera



Piezas de trabajo

se vienen a unir las piezas de trabajo, por la forma de las cuales, que esto que varía según la misión, se suelen distinguir:

- a) Los escarificadores. Cuya misión es romper la costra del suelo y cuyas piezas de trabajo son cuchelías. Misión análoga a las gradas pero más profunda.
- b) Los extirpadores - Cuya misión principal es extirpar las malas hierbas.

Las piezas de trabajo son en su base son planas, anchas y su borde anterior es



muy cortante (H) - c) El cultivador propiamente tal forma una especie de doble reja y vertedera, y cuya misión no solo es desmenuzar la costra sino labrar aunque a poca profundidad.

A veces conviene apelmazar el suelo, es decir que la tierra

se adhiera a semillas y raíces - (sobre todo después de las grietas de las grandes heladas con el fin de evitar daños a la planta) Esta labor se efectúa con ruos compresores, cilindros de piedra o metal que giran alrededor de un eje - Hay rodillos desmenuzadores de terrones, cuya misión es pulverizar la tierra consistentes en una serie de discos de desigual diámetro montados sobre un eje común provistos de dientes desiguales en el borde libre y que giran alrededor del eje - El terrón lo desmenuzan por fragmentamiento.

Las labores profundas. También llamadas periódicas por separarse por períodos de tiempo. Son una buena práctica para las malas hierbas y aumentan el espesor. Como instrumentos tiene los arados idénticos a los ya descritos de reja y vertedera pero de mayor tamaño. A veces son de dos cuerpos y llevan 3 pares de mulas o animales de tiro. Para labores de subsuelo están los arados topo que están reducidos a la reja; el talón es grande con objeto de que la reja penetre a gran profundidad. Se limitan a arañar o remover el subsuelo.

(1) Conviene hacer un encalado que neutralice la excesiva acidez del bosque.

126

Labores de roturación. Son las que tienen por objeto poner una tierra virgen en cultivo. En ellas hay que tener en cuenta la vegetación espontánea. Si esta consiste en árboles, es decir si hemos de roturar un bosque o monte la primera operación es la corta de las partes aéreas y después el descuaje o desraizamiento, lo cual suele hacerse por medio del sacaraíces, palancas cuyo brazo de potencia es enormemente grande. Si la vegetación espontánea es herbácea (maderas) se suele quemar el césped desmenuado con la parte superficial de tierra adherida a sus raíces y dejando al descubierto estas, se distribuyen por el suelo, la cual materia orgánica queda en este enriqueciéndole.

Lanceamiento y riegos. Los riegos son operaciones agrícolas que corrigen la falta de humedad de las tierras ofreciendo artificialmente a la planta el agua necesaria para su desarrollo. Los riegos son necesarios en aquellas regiones donde hay sequía absoluta o falta de humedad que puede ser debida a que las lluvias se produzcan inoportunamente para el cultivo. Sin embargo no siempre puede hacerse aunque la tierra lo necesite (como ocurre en la España árida) por no resultar económico y haber poca agua.

Se ha comprobado que la relación entre el peso seco y el peso del agua que la planta absorbe es: $\frac{P_1}{P_2} = 300 - 250$ kgs. - Pero como esto resulta antieconómico el agricultor la mayoría de las veces, como no puede regar recoge plantas que precisen poca agua. Sin embargo siempre que sea posible debe regarse porque la producción es mucho mayor con riego que en secano.

El cultivo del riego en España no llega al millón de hectáreas y podría llegar a dos ó 3 millones, aunque con mucho coste.

Para el riego es buena cualquier agua a la temperatura ordinaria y no excesivamente dura o con microbios que pueda perjudicar a las plantas.

Si tiene materia orgánica no importa, porque a la vez constituye un abono.

La cantidad de agua que se precisa para el riego varía con la naturaleza del suelo y de las plantas que se cultiven y con el clima. Se suele utilizar un litro por segundo y por hectárea (así se expresa la que ofreciera una fuente ideal con un gasto continuo de esta cantidad) -

Los medios que utiliza el hombre para la captación del agua varía según la procedencia del agua pudiendo distinguirse varias posibilidades = =

a) Si son aguas subterráneas. El hombre utiliza para elevarla a la superficie los pozos subiendo el agua por medio de cigüeñales norias y bombas.

Los 1^o son procedimientos rústicos solo utilizados si el pozo es muy superficial o es el agua de estanques y charcos. Consiste el cigüeñal esencialmente en una palanca de brazos muy desiguales sostenida por una columna vertical.



En una de las ramas va el cubo encargado de subir el agua y por la otra tira el hombre (Este brazo suele llevar una piedra).

Las norias consisten en una serie de cangilones o vasijas de barro, madera o metal.

El movimiento de rotación de la noria se transmite a los cangilones, que suben llenos de agua. Este agua que sale de la noria se hace pasar a un estanque donde se deja y se ventila antes de hacerla pasar a los canales y acequias de riego, que la distribuirán.

Las bombas hidráulicas, aspirantes y centrifugas ya las conocemos por Física.

Los pozos artesianos, estudiados en Geología son perforaciones en las cuales el agua brota hasta la superficie del suelo o en forma de surtidor. También existe y podemos aprovechar la corriente subterránea que consiste en que los ríos llevan por bajo de su cauce visible otra corriente llamada subterránea; la cual puede

permanecer existiendo a pesar de que la superficie del rio vaya seca -

b) Si las aguas son superficiales. Entonces se utilizan las ruedas hidraulicas si quiere subirse el agua a igual nivel. Si quiere subirse ^{al agua} mas alta de su nivel lo consigui remoso por medio de ruedas de agua o por medio de presas o diques haciendo construcciones o murallas en sentido normal a las aguas del rio, creando allí una especie de remanto o estanque que hace subir la superficie del agua.

c) Si son aguas de lluvia; las cuales no caen en epoca conveniente sino de un modo imoportuno, lo cual ocurre muchas veces el caudal de los rios se torna enorme y se produce inundaciones. Para aprovechar ese agua, que se pierde es muy interesante construir pantanos y canales.

Los 1.^o son extensiones enormes de agua recogida y construcciones cuya cabida viene medida por multitud de metros. Para ello se aprovechan hondonadas naturales limitadas por terrenos impermeables, que tengan salida solo por un canal, dique o presa, ocupando extensiones de muchos kms. ⁽¹⁾ Del pantano parte un primer canal que se ensancha en su porción anterior para depositar los sedimentos y de este parten otros canales secundarios los cuales al llegar a las tierras se distribu-

en acequias que se encargan de repartir el agua por el terreno.

En España tenemos regiones en que el riego es muy intenso y son las mas ricas como Levante (Valencia) ^{principalmente} y las regiones del Ebro y Guadalquivir. En la huerta levantina (Castellón y Valencia) caracterizada por los grandes oasis se nota la gran influencia del agua en la vida del vegetal: El lado de un terreno estepario o desértico de pocas plantas y cosechas de ~~escaso~~ nos encontramos con los oasis ricos en vegetación. En estos casos lo que se utiliza para proveerse de agua son los rios: A Castellón llega el Jijares y a Valencia el Turia que sale seco por su uso para regadío.

En Valencia también se emplea el agua de los pozos y la corriente subterránea.

La zona de los grandes pantanos. Comprende principalmente Almería. Existen los importantes pantanos de Elche, de Alfonso XIII y de Fuentes importantes en España.

Región de los grandes canales. Estos que no solo son empleados para riego sino también para energía eléctrica, navegación y transporte existen en especial en la región de la cuenca del Ebro. Canales importantes son el Imperial de Levante el de Luisa de Borbón y el de Ferrasa. Importantes son las vegas granadinas y toda la región andaluza (aguas del Guadalquivir y Darro.)

Bajo este aspecto Castilla y León son regiones de poca importancia. Sin embargo hay canales como el de Isabel II y el de Henares que se aprovechan para el riego, para utilizar su fuerza, para el transporte y para surtir de agua a la población.

Saneamiento - Cuando hay en un terreno exceso de humedad hemos de practicar labores para reducirla. Esta humedad puede ser debida a que las tierras tengan un subsuelo impermeable o que su posición sea mas baja que los puntos que la rodean lo cual hace que las aguas acudan de todos los lugares próximos.

Este defecto puede corregirse de varias maneras:

Si la humedad es producida por una capa impermeable que no deja pasar el agua a su través se abre un pozo para que el agua marche a capas mas profundas (después de haber roto el subsuelo impermeable).

En general el saneamiento de los terrenos se hace por medio de Zanjas y drenes. Las zanjas consisten en hondonadas abiertas a partir del terreno que se quiere sanear por las cuales sale el exceso de agua. Son relativamente económicas y se pueden limpiar con facilidad. Pero estas zanjas abiertas tienen el in-

conveniente de que el espacio que ocupan no sirva para el cultivo. Por eso se las suele cerrar superficialmente cubriendo la parte alta de ramas, papeles etc y poniendo encima la tierra con lo cual la zanja va por dentro.

Los drenes son conductos de barro formados por tubos de arcilla o yes, que se colocan en el fondo de la zanja con la inclinación debida y unidos unos caños a otros por medio de arcos o abrazaderas o bien con cemento, argamasa etc. Unos creen que el agua en ellos circula a través del tubo, otros piensan que metiéndose



Drenes con abrazaderas

por las juntas de unión. Hay drenes que se colocan aprovechando la línea de mayor pendiente: se hacen zanjas no muy hondas en el fondo de las cuales se colocan los drenes de menor diámetro (aspiradores) los cuales cruzando vienen a verter en otro de mayor tamaño (colector) final de desagüe de todos los tubos.

Enmiendas son prácticas agrícolas que tienen por objeto corregir la proporción de los elementos físicos del suelo. A una tierra excesivamente arcillosa puede modificarse por una enmienda que recibe el nombre de silicea.

133) (1) Por hacer a las tierras mas sueltas o compactas segun lo que haya que corregir.

que consiste en adicionar sílice para modificar la excesiva tenacidad.

Esta enmienda solo la citamos teóricamente porque en la practica resulta muy costosa y por esta causa es rara la vez que se efectua. La mezcla de arena con arcilla se conserva poco tiempo: la arena se va al fondo por su propio peso, quedando la arcilla lo mismo que antes.

Se dice enmienda arcillosa cuando se adiciona al suelo arcilla: Suele hacerse por la practica del entarquimado que consiste en hacer llegar a la tierra que se quiere modificar aguas torrenciales procedentes de las grandes avenidas, las cuales llevan en suspensión cieno y légamo. Al quedar en reposo el agua estos materiales se sedimentan - y así se consiguen dos ventajas: Una hacer coherente al suelo que se queria modificar y otra fertilizante.

Otras enmiendas son humíferas, que ya pueden considerarse ^{como} abonos. Esta practica de las enmiendas son muy convenientes."

Encalado Es una enmienda calcarea de mucha importancia. Para esta enmienda (adicionar cal) se suele utilizar el polvo de las carreteras, de grava caliza; polvo de $\text{CO}_2 \text{Ca}$; tambien los escombros de los derrubios.

La mejor práctica es adicionar esta cal a los suelos por medio del encañado.

La cantidad de cal varía de 3000 a 5000 kgs por hectarea. La cal moviliza las reservas de N. de la tierra y las primeras cosechas que se reco- gen son muy buenas pero si no abonamos serán las posteriores pequeñas o nulas.

Se emplea la cal viva que se lleva al campo y se distribuye en montones por el terreno, hasta que la apaga el agua de lluvia y entonces se nos ob- ros distribuyen esta cal lo más uniformemente posible.

Hay una práctica llamada de hormiguero que consiste en calcimar las tierras. Las excesivamente arcillosas al ser labradas se desprenden grandes terrones. Se colocan ^{los}espacios en montones hechos con ramas y materia combus- tible - (hormigueros o bovedillas) - Se prende fuego y el calor actúa sobre la caliza ; Esto hace que la caliza del suelo se transforme en cal viva y la arcilla en parte se funda sufriendo un proceso de vitrificación (se transforma como en arena) Tiene la ventaja de destruir insectos germenos y esporas pero a veces hay el inconveniente de que puede destruirse también la materia orgánica.

135) (1) O también "El elemento fertilizante que existe en menor cantidad, limita la cosecha, aunque los demás agentes de fertilidad se encuentren en abundancia"

2º Corrección de las propiedades químicas del suelo. Cuando las tierras son pobres o solo tienen riqueza media en los elementos químicos (fosforo, potasa, calcio y nitrógeno) conviene adicionarles artificialmente estos alimentos con objeto de modificar su fertilidad. Estas sustancias son los abonos

Para la aplicación de ellos depende de varias leyes fundamentales, que han sido fijadas por los agrónomos y a las cuales están sometidos los abonos.

1ª La ley de restitución: "Es necesario restituir, es decir devolver a la tierra los elementos fertilizantes que de ella levantan las cosechas." Si nosotros sacamos de la tierra cosechas repetidas es indudable que estas cosechas extraen con ellas elementos fertilizantes, que si no los adicionamos después llegaremos a la esterilidad o pérdida parcial de la riqueza de ese suelo. Por eso es imprescindible el abono.

2ª Ley del minimum: "A igualdad de semillas y de circunstancias meteorológicas las cosechas dependen de la cantidad del elemento fertilizante disponible que se encuentre en la tierra en menor proporción." Es decir que de nada sirve que haya en la tierra mucho potasio y calcio si escasea el nitrógeno; porque la cosecha obtenida será proporcional a este elemento escaso.

Suele compararse la cosecha con la resistencia de una cadena formada por cuatro eslabones que representan los elementos fertilizantes: Aunque haya tres muy resistentes si ^{el} otro es debil la resistencia de la cadena dependerá de este. Tambien suele



Representación de la ley del mínimo.

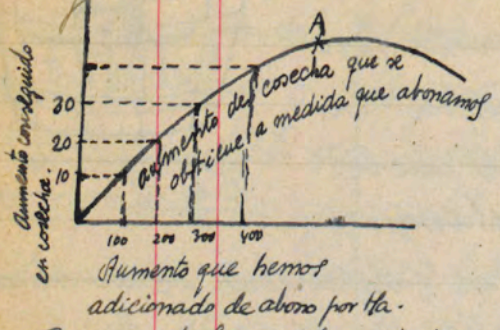
suponerse representada esta ley por un recipiente o estanque que tenga ~~altas~~ las dueblas o paredes de diferente altura; dependerá de la mas baja el que se salga el agua, es decir que se podrá llenar de agua hasta el nivel marcado por la pared mas baja, como indica la figura.

Esta ley se interpreta tambien de otra manera absoluta que es mas cierta. "La cosecha no depende solo ^(de la cantidad de) de estos elementos fertilizantes sino tambien de otros muchos factores principalmente de la constitución interna de la semilla (genotipo)"

Cada especie animal o vegetal tiene un genotipo característico. Si el genes de una planta le hace tener un determinado peso, podremos hacer variar el volumen y peso dentro de estrechos limites: No podremos vencer a la herencia (a un enano por mucho que le alimentemos nunca será un gigante ni un hombre normal)

Hoy se llama por eso a esta ley de eficiencia de los factores de crecimiento - o

ley de Lissenne también llamada nueva interpretación de la ley del minimum.



que podemos enunciar diciendo: "La cosecha que se obtiene según abonos añadidos no es proporcional a estos. Pasado cierto límite (cosecha máxima) el aumento de cosecha es nulo y por tanto ineficaz y antieconómico el empleo del abono"

Curva de la cosecha máxima.

Esto puede verse gráficamente con una curva construida sobre dos ejes coordenados en los que hemos tomado

iguales distancias ~~son~~ indicadoras de lo que señala la figura. Como se ve en ésta a partir de la cosecha máxima (punto A) la curva empieza a descender; es decir que no aumenta la cosecha de un modo indefinido.

Si llamamos A al aumento de esta cosecha máxima y a al que conseguimos al adicionar los abonos diremos que la cosecha obtenida es proporcional a la diferencia $A - a$.

Así en una tierra virgen la 1ª vez que se abona se obtiene un gran aumento en relación con la cosecha que antes daba; la 2ª vez que abonemos el aumento será más ligero... hasta que llegue un momento que de nada servirá au-

mentar la dosis de abonos. Todo esto ha de tener en cuenta el labrador y al abonar no excederse porque ^{corresponde} esto obedece a la ley económica de no compensación de un esfuerzo o rendimiento no proporcional, a la que tiene que atenderse para la economía y eficacia de su acción agropédica. De poco sirve que compre muchos abonos si llega a un tope en el beneficio. No resulta económico tratar de obtener un beneficio ^{por} el cual nos cuesta mas el esfuerzo.

- Sustancias que se emplean como abonos: con las sustancias empleadas como abono se hacen dos grandes grupos: Abonos minerales y orgánicos.

1º Abonos minerales. También llamados químicos o industriales. Han sido sometidos a transformaciones químicas antes de ser empleados como abono.

Su aplicación se debe a Liebig que demostró que las plantas se alimentaban de materia mineral (N. orgánico) y empezó a usar abonos de esta clase (antes solo se empleaban materias orgánicas). Estos abonos minerales han de haber sido sometidos a transformaciones químicas con objeto de convertirlos en sustancias solubles para alimento del vegetal. Estos abonos deben nombrarse según el elemento fertilizante, que en ellos predomine. Así tenemos

otra cantidad distinta) Luego la riqueza será: $90 \times 0.116 =$

La riqueza nos interesa mas que el precio porque a veces de dos abonos de precios p y p' (uno más caro que otro) pero siendo la riqueza del más caro 76 y la del otro 14 puede ocurrir que en realidad sea más barato el más caro.

El labrador debe juzgar como precio la riqueza de uno y otro abono. (El más barato será, según esto, el que tenga menos cantidad de riqueza) Así debemos optar por el abono más puro y fijarnos, sobre todo, en hacer la compra en casas acreditadas. Precintados los sacos ha de verse claramente en la etiqueta

la riqueza del abono y su pureza; no encubiertos estos datos o dados de una manera confusa. En los abonos nitrogenados la riqueza ha de ser referida a N. no a amoniaco; la riqueza de los abonos fosfatados expresada en fosfórico (P_2O_5) soluble en agua y los potásicos referidos a K soluble en agua.

Estos abonos químicos o minerales tienen la ventaja de que en menor volumen encierran mayor cantidad de elementos fertilizantes. Además se puede comprobar su riqueza y se pueden comprar en el mercado.

En cambio tienen el inconveniente grave de que ellos solos no se deben ni pueden

emplear nunca ya que no hacen mas que completar la acción del estiercol. Si se adicionan solo estos abonos tiene lugar la mineralización del suelo, en que este pierde la materia orgánica y no tienen lugar procesos orgánicos.

a) Abonos nitrogenados— Entre estos los mas empleados son:

En 1^{er} lugar el nitrate sódico ó nitro de Chile ó del Perú (NO_3Na) que se encuentra en yacimientos naturales cubierto con sal común y una capa de arcilla.

Este NO_3Na cuando puro es de color blanco y soluble en agua caliente. Sabor característico salado fresco. Cristaliza en romboedros, cuyo ángulo se aproxima bastante al recto que parecen cubitos (cristales nitro-cubicos) si se ensaya en carbón y se aproxima el dardo del soplete por ser rico en O. deflagra coloreando la llama de amarillo por el Na que contiene. La riqueza es de 15 a 16 en N.

Es uno de los abonos que mas utiliza el labrador. Se importa de America y debe aplicarse en primavera al terreno en pequeñas dosis para que no lo arrastre la lluvia a capas mas profundas, donde se perdería. Se utiliza para adelantar la vegetación en las siembras retrasadas.

El NO_3K . (nitrate potásico) Es menos empleado porque, aunque es impor-

tante por tener juntos dos elementos fertilizantes, es anti-económico porque resulta caro. Encierra N ~~en~~ riqueza de un 12 a 14 % K en un 50%. Se puede obtener artificialmente en las nitrimas - poniendo montones de materia orgánica regados con mucho orin. Así se producen cristales de NO_3K impuro pero aplicable al terreno.

Otro abono nitrogenado es el nitrato cálcico sustancia que se supone es nitrato cálcico de sal aunque su fórmula es insegura. Este es llamado nitrato de Noruega; no se encuentra en la naturaleza sino que se prepara en la industria por lo cual no se agota. Es una sustancia muy higroscópica por lo que se suele transportar en sacos impermeables y consumirse pronto (si no se licua)

Se emplea en la misma época que el nitrato sódico. Lleva además Ca, elemento que también es interesante como fertilizante.

Otro producto es el nitrato amónico $(\text{NO}_3)\text{NH}_4$ que es sintético o químico fabricado industrialmente. Es el más rico en N ^{que los anteriores} (de 37 a 40 de N) Se utiliza cada vez más porque la materia prima se extrae del aire.

La urea es el abono nitrogenado más rico que se conoce (de 40 a 45 en N) Lleva el N. al estado amidico. No hay inconveniente en aduccionarla al

suelo en octubre ya que es reténida —

Entre los abonos de N. amoniacal el mas importante es el sulfato amónico ($SO_4(NH_4)_2$) cuya riqueza es de 20 a 21. Producto obtenido en Quimica sinteticamente a partir de aguas amoniacaes. Este abono ha de sufrir la fermentación nitrifica antes de ser absorbido por la planta. En Octubre se puede adicionar porque el suelo lo fija — y la calciocianamida cuya fórmula es $N \equiv C - N = Ca$ que la Industria prepara tambien. Su riqueza en N. suele ser de 12 a 14. Producto que conviene adicionar antes de la siembra porque en el suelo en contacto con el agua suele producir acido cianhidrico que mata las semillas. No hay inconveniente ya que la tierra lo fija y no lo lleva la lluvia.

b) Abonos fosfatados. Encierran fósforo. Su riqueza vendrá dada en fósforo soluble en agua. Los mas importantes son: los fosfatos naturales.

El apatito cristalizado no conviene como abono. La fosforita amorfa concrecionada se disuelve solo en los acidos fuertes; su acción es muy lenta. La importancia de estos fosfatos naturales radica^{no} en ~~que~~ ellos mismos sino

en que sirven de base para fabricar otros abonos que son los superfosfatos.
 Estos últimos son abonos naturales tratados por SO_4H_2 . Toman
 parte de fosfato soluble en agua (monocálcico), fosfatos bicálcicos y tricálcico
 que han quedado sin atacar (difíciles de atacar) y también feso.
 Su riqueza es de 18 a 22%. Estos abonos tienen reacción acida
 se disuelven en parte en agua y el líquido obtenido si se calienta y
 se añade reactivo molítico se produce un precipitado amarillo de
 fosfomolidato amónico. Son abonos que en España se usan mucho y
 se producen en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de
 la Agricultura. Se importa fosforita que aqui es transformada.
 Hay unos superfosfatos enriquecidos preparados también en España
 de riqueza 33%. En vez de tratarlos fosfatos por SO_4H_2 se tratan ^{por fosforita}
Fosfatos precipitados. Son menos interesantes y su riqueza varia
 de 25 a 27%. Su fosforico está al estado de fosfato bicálcico soluble
 en ácidos débiles. Los huesos se tratan por ClH , con lo que el fosfato
 tricálcico pasa a monocálcico. Añadiendo cal se forma fosfato bicálcico que se
 precipita

Escorias Thomas o de desfosforación. Son residuos o desechos que se originan al beneficiarse minerales de Encierran estas escorias bastante fosfórico que parece que se use en forma de fosfato tetracálcico.

Se gran cantidad de cal son convenientes para los lugares ricos en materia orgánica o ácidos. Todos han de ser adicionados antes de la siembra.

c) Abonos potásicos. Su riqueza viene dada en K. anhidra y soluble en agua. Todos encierran potasa y el primero de todos es el sulfato potásico que existe en las yacimientos de Stassfurt (Alemania) Cardona y Suria. Tiene una riqueza de 52 a 54. Se puede emplear para toda clase de tierras.

(ClK) Cloruro potásico. Este abunda mucho en España en Suria y Cardona.

Hay tal abundancia que satisfacemos a la nación y podemos exportar. Es mas rico que el anterior, puede llegar a un 60%. Pero este abono en algunos casos particulares no se puede emplear: No conviene al tabaco ni a las tierras de subsuelo impermeable o pobres en cal, porque tiene lugar la reacción: $2ClK + CO_3Ca = Cl_2Ca + CO_3K_2$. El Cl_2Ca lo arrastra la lluvia y queda el terreno sin cal. Si permanece es tóxico.

Kaimita - De riqueza pequeña (se 13 à 15) Es un producto bruto extraído de la salicha sin purificación alguna. Va acompañado de silvina y carnalita -

2º Abonos orgánicos - Son imprescindibles: no se pueden suprimir en absoluto - Pueden ser de origen animal, vegetal y mixto -

Los de origen vegetal son muy variados. Pueden ser restos de vegetales (hojas, ramas etc.) Un N de difícil intruf. y aser -

Los vegetales marinos propios de playas y costas (algas, corales de mar) son empleados como abono por su gran acúmulo y masa. Se reducen, se dejan unos días para que sean desaladas por las aguas de lluvia y se llevan al terreno donde se mezclan con tierra -

Otras veces son restos o residuos de industrias fitógenas o que utilizan vegetales como materia prima (industrias de aceite de oliva, de vino, de sidra etc) Esos restos de racimos, cascara de manzana, orujo de la aceituna etc pueden emplearse como abonos y son de gran rendimiento para empleados en ese mismo cultivo - Sin embargo estos en mu-

chos lugares se usan como alimento del ganado, en otros como combustible.
El Mollejo de uva mezclado con Ca. forma un excelente abono.

Tambien se usan plantas enterradas en verde: En aquellos sitios donde es difícil encontrar estiércol se siembran plantas mejorantes (leguminosas) de poco valor (trebol, habas...) y cuando están a punto de florecer es cuando mas desarrollo tiene su aparato foliar o de elementos nutritivos; entonces se siegan, se entierran con un golpe de arado y queda el suelo enriquecido sobre todo en N. Si son patas se entierran las matas despues de recogidas aquellas para no perder la cosecha.

Los abonos de origen animal. Son principalmente residuos de industria Zoogenas (peines, cuernos, lanas, pieles). Tambien son otros los cadaveres de los animales utilizables como abono una vez que se les quita la piel. Se entierran en una zanja hecha en el mismo suelo entre dos capas de cal viva. (dejando asi unos seis meses, al cabo de ellos se extrae el abono y se reparte por la tierra) Otros abonos animales son las deyecciones humanas o de los animales domésticos.

Las deyecciones humanas en muchos lugares no son aprovechadas limitandose al sistema de alcantarillado, lo cual trae consigo enfermedades e infecciones.

En algunos sitios (China) se comercia con ellas en plena calle. En Paris emplean estas sustancias como abono llamado flamenco o poudreux, para ello se hace llegar a grandes depositos las deyecciones solidas y liquidas mezcladas con sulfato de hierro que quita el olor por absorber el sulfhidrico. Esta mezcla es removida hasta que fermenta y luego se reparte por el terreno como abono.

Las deyecciones de los animales son tambien empleadas como abono.

Las de unos se usan para la confeccion del estiércol. Tambien se emplean como abono los excrementos solidos del ganado lanar y cabrio. (sirle). Se aplica este abono haciendo pernoctar al ganado durante la estacion seca y templada del año en espacios del campo que haya de abonarse cercados por redes / re-diles o apriscos). Antes de verificar este procedimiento fertilizante debe darse al suelo una labor ligera y otra despues para enterrar el abono.

La palomina y gallinaza son los nombres respectivos que reciben los abonos de palomas y gallinas. Ambos son ricos en N y P, mas el 1º (este tiene de 16-18% de N)

Y se emplean mezclados con yeso o con buena tierra mantilloza. (Por eso el Labrador suele tener palomas) - Otro abono de esta clase es el guano sustancia que resulta de la acumulación y putrefacción incompleta en climas cálidos y poco lluviosos, de los excrementos y restos de ciertas aves marinas.

Los abonos mixtos. El estiércol: se llama así al producto que se obtiene mezclando las deyecciones del ganado con ciertas sustancias absorbentes que les sirven de cama o lecho. Esta mezcla ha de sufrir ciertas descomposiciones y fermentaciones que la transforman en una masa negraza de olor característico. Si el estiércol está bien preparado constituye el abono tipo por excelencia y muy utilizado. Constituye el estiércol un abono completo solo pobre en fosfórico.

De N. posee de 5 a 7% (aunque esta riqueza depende de la preparación y cama)

De K_2O " " 4 " 5% - De P_2O_5 - de 2 a 2½% - De Ca de 7 a 9%

Aparté de su valor como materia orgánica su análisis nos da esta cantidad indicada aproximadamente en elementos fertilizantes -

El estiércol debe combinarse con abonos fosfatados -

Estos elementos de N y K_2O encontrados en el estiércol proceden sobre

de los animales herbívoros.

todo de las deyecciones líquidas, las cuales no deben perderse por su gran riqueza en N. principalmente al estado de urea y ácido úrico.

En las deyecciones sólidas se encuentran sobre todo P_2O_5 y Ca.

El estiércol puede variar según la edad, la clase de animal y el modo de prepararlo. Las camas que se ponen en el suelo de los establos pueden ser de sustancias distintas. Y su misión es la que descansan los animales (a lo que alude su nombre) y al mismo tiempo (bajo el punto de vista agrícola) procurar absorber todo lo posible las deyecciones líquidas. En la España seca lo que se utiliza como cama del ganado es la paja de los cereales (para vez las leguminosas) con la ventaja de que por su estructura constituye un lecho mullido y blando y además por tratarse de tallos huecos absorbe y retiene bastante bien las deyecciones líquidas. Sin embargo tienen el inconveniente de enriquecer poco el abono. Las leguminosas tienen sus tallos macizos y no son tan blandas como lecho ni absorbentes pero en cambio son muy ricas en elementos fertilizantes. Su precio es más caro que el de la paja por todo lo cual suelen ser utilizadas como pienso.

En los países pobres, de sierra donde crecen poco los cereales son utilizadas como camas las hojas de helechos y en el N. de España las de árboles.

Las hojas hacen mal estiércol pero tienen la ventaja de su economía.

En los lugares tan pobres que no hay ni hojas se utiliza la tierra arcillosa, la cual retiene bastante bien pero es la peor cama por no dar elemento fertilizante alguno. En los lugares de turberas se emplea la turba (procedimiento no seguido en España) porque es la que mejor absorbe las deyecciones líquidas y gases. (La mejor cama por reunir buenas condiciones, pero muy cara)

Las deyecciones que se utilizan son las de los équidos, las de las vacas y cerdos. Las deyecciones de los équidos y cerdos producen estiércoles calientes, las de las vacas frías. Esto alude a la temperatura a que asciende el estiércol en la fermentación. La temperatura normal se considera como fría - Mas alta de esta, como caliente.

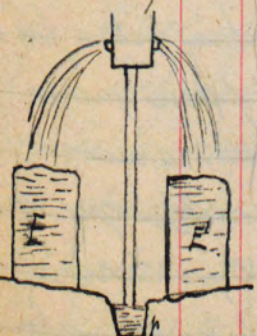
Las deyecciones han de sufrir una serie de transformaciones para que tenga lugar la formación del estiércol. Perdidas de N.H₃

Deben utilizarse locales cerrados o estercoleros; no hacer esta mezcla.

en las eras con perdida enorme de N. y de materias solubles que son arrastradas por la lluvia y llevadas a ^{trás} capas de la tierra.

Estos estercoleros pueden variar mucho. Por su forma pueden ser de plataforma o de zanja - Los 1º consisten en superficies de una o dos plataformas de piso impermeable (de cemento o arcilla apelmazados.)

A este estercolero proximo a los establos llega por canales el orin del ganado que se recoge en una fosa del estercolero de paredes impermeables



Estercolero de plataforma.

En las plataformas se coloca el estiércol que debe sacarse de la cuadra lo antes posible para que la salud de los animales no se sea perturbada por esa atmosfera de fermentación ni se pierda cantidad de N. Se colocan formando una masa apelmazada o prisma de paredes lo mas verticales que sea posible. Si hay dos plataformas (dos montones) hay entonces la ventaja de que se separa el estiércol hecho del fresco o sin hacer. Del pozo (p) o con cubos o con una bomba se eleva y saca el orin y con él se riega el montón o montones, dismi-

muyendo así la temperatura del estiércol. -

Las fermentaciones más importantes que se verifican son:
La amoniacal: En que la urea o ácido hipúrico, compuesto amido de los herbívoros en virtud de las bacterias amoniacales sufre hidratación y se transforma en sales amoniacales (carbonato, ureato, ocalato amónico). El carbonato amónico si la temperatura es alta se descompone en CO_2 y NH_3 , el cual es volátil. Si se renueva la atmósfera se van ambos. Pero si el CO_2 no se puede ir se queda unido al NH_3 , reteniéndolo. Para evitar estas pérdidas lo mejor es efectuar esos riegos desde la bomba a los montones para que no suba la temperatura y además no remover el montón sino por el contrario apelmazarlo. Se ha recomendado recubrir el estiércol de cal o arcilla que retienen el amoníaco pero no es práctico por antieconomía. Por eso se procurará simplemente apisonar el montón y regarle; en estas condiciones se pierde algo pero se reduce al minimum (solo de 20 a 25%) -

Otras fermentaciones actúan sobre los hidratos de C. (celulosa) -
 Esta ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) sufre dos principales fermentaciones en el montón de estiércol -

Al descomponerse la celulosa se transforma en basculosa sustancia negra, que da el color oscuro al estiércol: a) Una de las fermentaciones es aerobia o sea que se efectua por unas bacterias que viven en ^{presencia} el aire (en los bordes de la masa) - Estas fijan el O₂ sobre la celulosa y oxidan totalmente esos elementos combustibles H y C convirtiendolos en CO₂ + H₂ - Esta fermentación es la que produce esas altas temperaturas (hasta 60° o 70°) por lo que si no regamos vuela el NH₃ - - b) Otra fermentación es anaerobia y se produce por bacterias o fermentos (*Bacillus metanicus*) que no viven en el aire.

Estos descomponen a la celulosa en CO₂ + CH₄^{metano} + H₂ - Crean, pues, un medio reductor. Ambas fermentaciones son directas o por medio de la glucosa - El producto de estas dos fermentaciones es que esa masa pegajosa se transforme en una masa negruzca, de olor característico y untuosa al tacto que es el estiércol.

El estiércol es el abono mas importante de la Agricultura y el labrador no debe ser tacaño en la adición de este abono -

Su acción no es momentanea como la de los abonos quimicos si no

persistente: Cede parte del elemento fertilizante el 1^{er} año, deja algo para el siguiente y así sucesivamente. El estiércol se lleva en carros y se dejan montones de los cuales se emplea la cantidad necesaria.

[A veces vemos en el campo un trozo de terreno cuyas plantas son más fuertes y más verdes: Esto puede ser debido a que allí se dejara un montón de estiércol durante cierto tiempo.] Después se hace una labor de arado para meter en la tierra este estiércol (estercolado).

El estiércol conviene a toda clase de cultivos y de tierras.

Abonos estimulantes. Se llaman así a otra serie de abonos que a veces se emplean o que están en vías de ensayarse y cuyo uso se aconseja. Ellos no son verdaderos elementos fertilizantes para la planta pero estimulan y movilizan las reservas del suelo.

Entre estos abonos tenemos el yeso, que es de todos ellos el único que se ha usado bastante en algunos casos, desde que Franklin comprobó que era útil añadiendo yeso a un alfalfar no de una manera homogénea sino por trozos de terreno y viendo que las plantas de aquellos

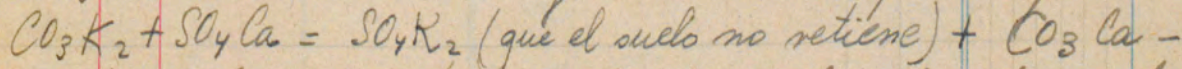
lugares determinados crecieron más. Es conveniente en las leguminosas prateras (alfalfa, trébol) que se emplean como forraje del ganado.

Explicación - De los elementos del yeso (sulfato cálcico hidratado) el S. no interesa y el Ca no sirve por no ser asimilable -

Se explica la acción del yeso, porque las sales ~~potásicas~~ o amónicas quedan retenidas en el suelo en forma de carbonato K. o amónico.

Este suelo cede esta sal difícilmente y la planta quiere tomarla -

En cambio si en esta especie de lucha aparece el yeso se produce una doble descomposición y se forma otra sal potásica o amónica la cual el suelo no retiene y es absorbida por la planta =



Otros abonos de esta especie son sales de Al, sales de Fe y S. en polvo - Pero son sustancias que no se emplean convenientemente y no hay seguridad en el beneficio que puedan reportar.

