

ENCICLOPEDIA
AGRICOLA

C. V. GAROLA

Abonos



Casa Editorial P. SALVATÉ.
BARCELONA

ENCICLOPEDIA AGRÍCOLA

Premiada por la Academia de Ciencias Morales y Políticas
y por la Sociedad Nacional de Agricultura de Francia

PUBLICADA BAJO LA DIRECCIÓN

DE

G. WERY

Director del Instituto Nacional Agronómico de Francia

Con la colaboración de reputados ingenieros agrónomos
y otras personalidades peritas en materias agrícolas

Formará una colección de tomos en octavo, conteniendo unas 500 páginas
de texto cada uno, profusamente ilustrados, los cuales se publicarán sin orden
determinado por ser independientes entre sí.

TOMOS PUBLICADOS Y EN PRENSA:

I. — CIENCIAS APLICADAS A LA AGRICULTURA

<i>Compendio de agricultura</i>	C. SELTENSPERGER.	—
<i>Botánica agrícola</i>	E. SCRIBAUX; NANOT.	—
<i>Química agrícola</i> (Química del Suelo).	G. ANDRÉ.	1918
<i>Química agrícola</i> (Química vegetal).	G. ANDRÉ.	1918
<i>Entomología y Parasitología agrícolas</i>	G. GUÉNAUX.	1919

II. — PRODUCCIÓN Y CULTIVO DE LAS PLANTAS

<i>Agricultura general</i> (Suelo y Labores).	P. DIFFLOTH.	1919
<i>Agricultura general</i> (Siembras y Co- sechas).	P. DIFFLOTH.	1919
<i>Abonos</i>	C. V. GAROLA.	1918

<i>Cereales.</i>	C. V. GAROLA.	1918
<i>Praderas y Plantas forrajeras.</i>	C. V. GAROLA.	—
<i>Arboricultura frutal.</i>	L. BUSSARD; G. DUVAL.	1919
<i>Silvicultura.</i>	A. FRON.	—
<i>Viticultura.</i>	P. PACOTTET.	1918
<i>Enfermedades parasitarias de las</i> <i>Plantas cultivadas.</i>	J. DELACROIX.	1919
<i>Enfermedades no parasitarias de las</i> <i>Plantas cultivadas.</i>	J. DELACROIX.	1919

III.—PRODUCCIÓN Y CUIDADO DE LOS ANIMALES

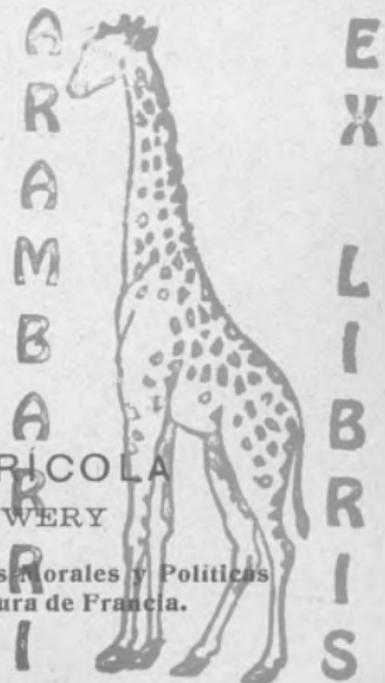
<i>Zootecnia general.</i>	P. DIFFLOTH.	—
<i>Zootecnia especial.</i>	P. DIFFLOTH.	—
<i>Razas bovinas.</i>	P. DIFFLOTH.	—
<i>Razas caballares.</i>	P. DIFFLOTH.	—
<i>Corderos.</i>	P. DIFFLOTH.	—
<i>Avicultura.</i>	C. VOITELLIER.	1918
<i>Alimentación de los animales.</i>	R. GOUIN.	1919
<i>Higiene y Enfermedades del Ganado.</i>	P. CAGNY Y R. GOUIN.	1918

IV.—INGENIERÍA RURAL

<i>Material vitícola.</i>	R. BRUNET.	—
<i>Material vintcola.</i>	R. BRUNET.	1919
<i>Construcciones rurales.</i>	J. DANGUY.	—
<i>Riegos y Drenajes.</i>	E. RISLER Y G. WERY.	1919

V.—TECNOLOGÍA AGRÍCOLA

<i>Vinificación.</i>	P. PACOTTET.	1918
<i>Aguardientes y Vinagres.</i>	P. PACOTTET.	1919
<i>Lechería.</i>	C. MARTIN.	—
<i>Conservas de Frutas.</i>	A. ROLET.	1919
<i>Conservas de Legumbres.</i>	A. ROLET.	—
<i>Industria y comercio de los Abonos.</i>	C. PLUVINAGE.	—



ENCICLOPEDIA AGRÍCOLA

publicada bajo la dirección de G. WERY

Obra premiada por la Academia de Ciencias Morales y Políticas
y por la Sociedad Nacional de Agricultura de Francia.

G. V. GAROLA

ABONOS



ENCICLOPEDIA AGRÍCOLA

publicada por una Junta de Ingenieros agrónomos

BAJO LA DIRECCIÓN DE G. WERY

A B O N O S

POR

C. V. GAROLA

INGENIERO AGRÓNOMO; PROFESOR DEPARTAMENTAL DE AGRICULTURA
DIRECTOR DE LA ESTACIÓN AGRONÓMICA DE CHARTRES

INTRODUCCIÓN

POR EL

DR. P. REGNARD

Director del Instituto Nacional Agronómico
Miembro de la Sociedad de Agricultura de Francia.

TRADUCCIÓN ESPAÑOLA DE LA CUARTA EDICIÓN FRANCESA

Huistrada con 99 grabados intercalados en el texto

BARCELONA

CASA EDITORIAL P. SALVAT

39-CALLE DE MALLORCA-51

1918

A B O R D O

ES PROPIEDAD



INTRODUCCIÓN

En justicia no me correspondería a mí firmar este prefacio.

Este honor debería recaer en uno de mis dos eminentes predecesores:

En Eugenio Tisserand, a quien debemos considerar como el verdadero creador en Francia de la enseñanza superior de la agricultura: ¿no es él quien, durante largos años, ha influido con todo su valer científico en nuestros gobiernos, y ha conseguido que se creara en París un Instituto agronómico comparable a aquellos de que nuestros vecinos se mostraban orgullosos hacía tiempo?

Eugenio Risler, también, más bien que yo, habría debido presentar al público agrícola sus antiguos alumnos, que han pasado a ser maestros. Unos mil doscientos ingenieros agrónomos, esparcidos por el territorio francés, le deben su instrucción: él es hoy nuestro venerado decano, y yo recuerdo siempre con dulce agradecimiento el día en que debuté bajo sus órdenes, y el día, hace poco pasado, en que me designó para ser su sucesor (1).

Pero ya que los editores de esta colección han querido que fuera el director actual del Instituto agronómico quien

(1) Después de haber escrito estas líneas hemos tenido la desgracia de perder a nuestro eminente maestro Risler, el 6 de agosto de 1905, en Saléves (Sulza). Queremos que conste aquí el vivo dolor que nos causa esta pérdida. Eugenio Risler deja a la ciencia agronómica una obra inmortal.

presentase a los lectores la nueva *Enciclopedia*, voy a tratar de decir brevemente con qué espíritu ha sido concebida.

Ingenieros agrónomos, casi todos profesores de agricultura, todos ellos antiguos alumnos del Instituto nacional agronómico, se han propuesto resumir, en una serie de volúmenes, los conocimientos prácticos absolutamente necesarios hoy para el cultivo racional del suelo. Han escogido, para distribuir, regular y dirigir la tarea de cada uno, a Jorge Wery, a quien tengo la suerte de tener por colaborador y por amigo.

La idea directora de la obra común ha sido la siguiente: extraer de nuestra enseñanza superior la parte inmediatamente utilizable para la explotación de la propiedad rural y dar a conocer a la vez a los agricultores los datos científicos definitivamente adquiridos en que la práctica actual está fundada.

No son simples Manuales, ni Formularios sin razonar, lo que ofrecemos a los agricultores; son cortos Tratados en que se han puesto de manifiesto los resultados innegables, al lado de las bases científicas que han permitido llegar a ellos.

Yo quisiera que se pudiese decir que representan el verdadero espíritu de nuestro Instituto, con la restricción de que no deben ni pueden contener las discusiones, los errores en las vías, las rectificaciones que han acabado de fijar la verdad tal cual es, cosas todas ellas que se desarrollan largamente en nuestra enseñanza, porque no debemos formar sólo prácticos, sino también inteligencias elevadas, capaces de hacer progresar la ciencia en el laboratorio y en el campo de cultivo.

Aconsejo, pues, la lectura de estos pequeños volúmenes a nuestros antiguos alumnos, que encontrarán en ellos la huella de su primera educación agrícola.

También la aconsejo a sus jóvenes compañeros de hoy, que encontrarán en ellos, condensadas en poco espacio, muchas nociones que podrán servirles en sus estudios.

En fin, al gran público agrícola, a los cultivadores, los ofrezco esperanzado. Ellos nos dirán, después de haberlos leído, si, como se ha pretendido alguna vez, la enseñanza

superior agronómica excluye todo espíritu práctico. Espero que esta censura, ya gastada, desaparecerá definitivamente. Por otra parte, nunca ha sido acogida por nuestros rivales de Inglaterra y de Alemania, que han desarrollado magníficamente en sus países la enseñanza superior de la agricultura.

Sucesivamente, ofrecemos al lector volúmenes que tratan del suelo y de la manera como debe ser trabajado, de su naturaleza química, del modo de corregirla o de completarla, de las plantas comestibles o industriales que se le pueden hacer producir, de los animales que puede alimentar y de los que le perjudican.

Estudiamos las manipulaciones y las transformaciones que la industria hace sufrir a los productos de la tierra: la vinificación, la destilería, la panificación, la fabricación del azúcar, de la manteca, del queso.

Terminamos ocupándonos en las leyes sociales que rigen la propiedad y la explotación de las fincas rústicas.

Tenemos la firme esperanza de que los agricultores acogerán favorablemente la obra que les ofrecemos.

DR. PABLO REGNARD,

Miembro de la Sociedad Nacional
de Agricultura de Francia.
Director del Instituto Nacional
Agronómico.

PREFACIO

Las primeras ediciones de esta obra se agotaron demasiado pronto para que hayamos tenido ocasión y tiempo de modificar convenientemente el texto. Por lo tanto, esta nueva edición no difiere gran cosa de la anterior, como hubiera sucedido si nuevas investigaciones de los agrónomos alteraran notablemente nuestros conocimientos sobre el asunto tratado. Esta situación es consecuencia de la favorable acogida que la clase agrícola dispensó a esta obra. No podemos menos de dar las gracias a nuestros primeros lectores, en espera de que los nuevos encontrarán igualmente todo cuanto pueda satisfacerles.

Los abonos figuran incontrovertiblemente en primera fila de los agentes de que la agricultura se vale para aumentar los rendimientos y abaratar los precios de producción. Así, pues, es necesario que todo práctico tenga nociones claras respecto de su naturaleza, valor agrícola y empleo prudente y económico. También es preciso que sepa procurárselos en el mercado en las mejores condiciones de precio y calidad.

Esta necesidad ha dictado nuestro plan. Después de echar una general y rápida ojeada sobre *la fisiología de la nutrición de las plantas*, y desglosado los principios fundamentales del empleo de los abonos, estudiamos los medios de corregir los defectos físicos y químicos de las tierras laborables por medio de *enmiendas calizas*, para obtener el efecto máximo de los abonos. Después examinamos sucesivamente el *estiércol de granja*, poniendo de relieve su fundamental influencia en comparación de los *abonos de comercio*, *abonos orgánicos diversos*, *abonos nitrogenados de comercio* (in-

cluyendo los abonos sintéticos: nitrato cálcico y cianamida cálcica), *abonos fosfatados* y *abonos potásicos*. En este estudio descriptivo damos numerosas pruebas experimentales de la eficacia de los diversos abonos en los suelos y de los cultivos a que convienen.

Seguidamente abordamos la *reglamentación del comercio de abonos*, que tan necesaria es por los múltiples y escandalosos fraudes a que durante largo tiempo ha estado expuesto el cultivador y que todavía se repiten de cuando en cuando, como desgraciadamente podemos probar. Insistimos especialmente en la utilidad de los *sindicatos agrícolas* para la compra colectiva de abonos en las mejores condiciones de precio, dando a los cultivadores toda garantía de la calidad de los productos comprados. Exponemos los felices resultados obtenidos por su acción en el pasado, como prenda cierta de los servicios que no dejarán de prestar en el porvenir.

Finalmente, tratamos de la parte técnica de la cuestión: el *empleo de los abonos en los diferentes cultivos*, según la naturaleza del terreno y de conformidad con la rotación, apoyándonos en nuestras personales investigaciones relativas a las necesidades que las plantas tienen de elementos nutritivos, al proceso de absorción de estos mismos elementos, durante el periodo vegetativo, y a la energía del trabajo de las raíces en las diferentes fases de la vida de las plantas. Partiendo de estos fundamentales datos fisiológicos, hemos procurado que los cultivadores comprendan sin dificultad cómo han de ser los abonos que utilicen y cuáles sus dosis económicas, en los tan diversos casos que en realidad presenta la práctica agrícola.

Verdaderamente, esta obra es fruto de treinta años de estudios en colaboración íntima con los más esclarecidos prácticos de nuestra región. Nada hemos expuesto sin que previamente lo hayamos comprobado en la granja, y podemos decir con Montaigne:

»Este es un libro de buena fe.»

C.-V. GAROLA.

ABONOS

INTRODUCCIÓN

Cómo se nutre la planta

Composición general de las plantas.—Como todos los organismos vivos, las plantas necesitan entresacar del exterior, en forma de alimentos, todos los cuerpos simples que constituyen su substancia. Tan sólo con esta condición se desarrollan normal y completamente; y la falta de cualquiera de estos elementos paraliza el crecimiento regular, y la planta no puede recorrer todas las fases de su evolución vital.

Por lo tanto, indaguemos en primer lugar cuáles son los elementos necesarios a la construcción del edificio vegetal e indispensables a la nutrición de la planta. El análisis químico, al aplicar sus investigaciones a una considerable cantidad de vegetalés, ha iluminado vivamente esta cuestión, señalando las substancias simples o compuestas que constituyen las plantas; y la experimentación fisiológica ha permitido reconocer las substancias indispensables a su vida. Encontramos en las plantas dos categorías principales de materias, aparte del agua, que entra en la composición de sus tejidos en proporción del 90 al 95 por 100, según los órganos y el período de su desarrollo. Unas materias pueden ser destruídas por el fuego; otras son fijas. Las primeras se llaman *substancias orgánicas*, y contienen carbono, hidrógeno, elemento fundamental del agua, oxígeno, gas indispensable a

la respiración de los seres vivos, y nitrógeno, que, con el oxígeno, forma el aire atmosférico, en proporción de cuatro quintas partes del volumen.

En segundo lugar, tenemos las *substancias fijas*, o principios de las cenizas, que las plantas, según las especies, necesitan en diferente aunque siempre determinada proporción. Si el vegetal no encuentra estas substancias, deja de crecer y se desmedra y marchita antes de la madurez sin producir simiente. Las principales de estas substancias son: potasa, cal, magnesia, hierro, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, cloro y sílice.

Las substancias orgánicas forman de por sí las 95 centésimas de la materia vegetal seca, y las sales minerales las 5 centésimas restantes. He aquí, según Gasparin, organizador del Instituto agronómico de Versalles, la composición media de los vegetales y de sus principales partes:

	Planta entera	Raíces	Tallos	Simientes
Carbono	46·4	43·4	46·9	47·4
Hidrógeno	5·6	5·7	5·3	6·0
Oxígeno	41·1	43·4	39·6	41·1
Nitrógeno	1·6	1·6	1·0	2·6
Sales minerales ó cenizas	5·3	5·9	7·2	2·9
Totales.	100·0	100·0	100·0	100·0

Se ve que estos elementos no se hallan repartidos uniformemente en las distintas partes de la planta. Sus proporciones varían aun más de una a otra especie y de individuo a individuo. Sin embargo, la relación del carbono con el oxígeno aumenta constantemente de las raíces a las semillas y de éstas a los tallos. El nitrógeno está siempre en mayor cantidad en los granos y órganos más jóvenes. Parece retirarse de aquellos otros cuya vida es menos intensa.

La proporción de cenizas es mayor en los tallos que en las raíces; la mínima está en las semillas.

He aquí, por ejemplo, los elementos minerales de algunas plantas agrícolas, tomadas como tipos de los diversos cultivos, en relación a 1,000 partes de materia normal:

	Hierba de pradera	Heno de prado	Heno de alfalfa	Remolachas (raíces)
Agua	800·0	143·0	160·0	880·0
Materia orgánica.	181·9	797·2	778·0	110·9
Cenizas	18·1	59·8	62·0	9·1
Potasa	5·3	16·0	14·6	4·8
Cal	2·5	9·5	25·2	0·3
Magnesia	1·2	4·1	3·1	0·4
Acido fosfórico . .	1·4	4·3	5·3	0·8
Acido sulfúrico . .	1·0	3·1	3·6	0·3
Sílice	4·6	17·2	5·9	0·2
Cloro	1·1	3·7	4·8	0·9

	Trigo candeal		Habichuela	
	Grano	Paja	Grano	Paja
Agua	144·0	143·0	145·0	100·0
Materia orgánica.	839·2	811·0	824·0	795·1
Cenizas	16·8	46·0	31·0	44·9
Potasa	5·2	6·3	12·9	19·4
Cal	0·5	2·7	1·5	12·0
Magnesia	2·0	1·1	2·2	2·6
Acido fosfórico . .	7·9	2·2	12·1	2·9
Acido sulfúrico . .	0·1	1·1	1·1	1·8
Sílice	0·3	31·0	0·2	3·2
Cloro	0·1	0·8	0·5	2·0

Aunque todas las plantas contienen los mismos elementos minerales, las cifras anteriores demuestran que su proporción varía según la especie y también según la parte de una misma planta.

Estos elementos nutritivos se extraen del aire y del suelo. Las plantas encuentran en la atmósfera carbono en forma de ácido carbónico y oxígeno y nitrógeno; y en el suelo, nitrógeno, agua y sustancias minerales. Examinemos ahora cómo los absorben y cómo se nutren de ellos.

Germinación.— La gran mayoría de las plantas que cultivamos se reproducen por la siembra de las semillas. La semilla no es otra cosa que un almacén de alimentos puesto a disposición del embrión para subvenir a las necesidades de su primer desarrollo. Tres condiciones son necesarias a la evolución del germen: conveniente grado de humedad, temperatura determinada y suficiente aflujo de oxígeno. Satisfechas estas

condiciones, la semilla absorbe agua y se hincha, y después la raicilla y el tallito se alargan y rompen la envoltura. La raíz se desarrolla de arriba abajo y el tallito aparece muy pronto en la superficie del suelo. Observado cuidadosamente el fenómeno, se echa de ver que la semilla absorbe oxígeno del ambiente y exhala ácido carbónico. No sólo quema carbono, sino también hidrógeno para formar agua. De estas combustiones extrae la semilla la energía necesaria a su evolución. Para utilizar las reservas ternarias y nitrogenadas de que dispone, el embrión segrega diastasas o fermentos solubles que dializan dichas reservas. El almidón se transforma en maltosa y las materias nitrogenadas en *esparragina*. Las materias grasas se descomponen, quedando rápidamente absorbida la glicerina y saponificados los ácidos grasos. Con estos materiales que absorbe, la tierna planta comienza a desarrollarse, fabrica sus tejidos y forma protoplasma y celulosa.

En resumen, durante la germinación, el embrión vegetal funciona como el embrión animal del huevo durante la incubación. Para su primer desarrollo es necesario proveerle de alimentos en forma de principios inmediatos que modifica y se asimila en parte, quemando el resto con el fin de encontrar la energía necesaria al cumplimiento de este trabajo. Así, pues, está entonces en la misma situación que el animal, con la diferencia de que el animal vivirá absorbiendo constantemente principios inmediatos, a propósito por una parte para formar sus tejidos, y por otra, para disociarlos y extraer de ellos la energía allí acumulada, a fin de utilizarla en su propia construcción y en las incesantes reparaciones que necesita, así como también podrá resarcirse del gasto de trabajo externo que exige el cumplimiento de sus actos.

En el embrión vegetal ocurre lo contrario. Desde que arraiga y echa hojas, cambia completamente de vida. Entonces, bajo la influencia de la luz, la planta se convierte en creadora de principios inmediatos, cuyos elementos extrae de los medios ambientes, suelo y aire, en forma de carbono, agua, nitrógeno y sustancias minerales. El vegetal es un aparato de síntesis que combina estos elementos en princi-

pios inmediatos vegetales y los descompone en su mayor parte devolviendo sus elementos al reino animal.

Asimilación del carbono.—Durante la germinación en la obscuridad, el embrión utiliza la materia orgánica para evolucionar. Si se pesa la semilla antes de ponerla a germinar, y después de previa desecación vuelve a pesarse cuando el embrión está bien desarrollado, se observa una pérdida de substancia seca que puede llegar y aun pasar del 50 por 100. Pero tan pronto como las hojas se desarrollan a la luz, y han verdeado, se produce el fenómeno inverso y es ya muy importante la formación de materia orgánica. Han cambiado las condiciones de vida y comienza la síntesis vegetal. Por la acción de los rayos lumínicos y caloríficos del sol, que suministran la energía necesaria, las partes verdes de los vegetales absorben el ácido carbónico del aire y exhalan un volumen de oxígeno casi equivalente. Fijan también el carbono y lo combinan con los elementos del agua, para formar aldehído metílico, que, polimerizándose, engendra los ternarios principios inmediatos de glucosa, almidón, etc. Pero, al mismo tiempo, la planta continúa respirando como respiraba el embrión. Por todas sus partes, aéreas y subterráneas, absorbe oxígeno y exhala ácido carbónico en volúmenes iguales. Este fenómeno de respiración es constante, tanto en la obscuridad como a la luz, y lo activa la elevada temperatura. Cuando sólo se observan las hojas, el fenómeno respiratorio está disimulado durante el día por la función clorofiliana, que produce otro fenómeno inverso mucho más intenso.

Además de la energía que desarrolla, la respiración favorece en las plantas la formación de ácidos vegetales, que, según veremos, desempeñan importante papel en la absorción de las materias minerales.

La función clorofiliana debe considerarse como la fuente principal de carbono para las plantas cultivadas. La misma experiencia demuestra que por esta vía se asimilan las gramíneas todo el carbono que entra en la constitución de sus tejidos. Los vegetales sin clorofila, los hongos por ejemplo, han de extraer carbono del mantillo o de los vegetales en que viven parasitariamente. Veremos que las amidas y los

cuerpos amidados solubles pueden asimilárselos en estado natural los vegetales superiores. Parece probable que la materia orgánica dializable de los suelos, que hemos encontrado en cantidad muy notable, puedan utilizarlas determinadas plantas. Aunque Lawes y Gilbert han cultivado trigo durante cincuenta años consecutivos en el mismo terreno, sin adición de abono orgánico, no lograron obtener en estas condiciones cosechas convenientes de nabos y leguminosas. Los nabos sólo producen rendimientos ventajosos con abonos orgánicos y fosfatados. Unicamente en tierras de jardín, ricas en mantillo, pudieron obtener producción continua de trébol. En el cultivo hortícola, tan sólo con el mantillo se obtiene rápidamente una abundante producción de rábanos de buena calidad. En fin, Dehérain obtenía en una tierra agotada de Grignon, cosechas superiores de grama de centeno; pero no consiguió cosechar en ellas trébol en abundancia, sino añadiendo a los abonos químicos la materia negra extraída del estiércol. Lo mismo ha ocurrido con el cultivo de la remolacha.

Parece resultar de estas comprobaciones que determinadas plantas, como los nabos, chirivias y leguminosas pueden extraer del conjunto de materias orgánicas del suelo, al menos una parte del carbono necesario.

Absorción del agua.— La planta toma principalmente del agua el oxígeno y el hidrógeno necesarios para formar con el carbono y el nitrógeno todos sus tan variados principios inmediatos. Además, el agua entra en cantidad muy grande en la constitución de los tejidos, pues se encuentra en las plantas, según las épocas y los órganos considerados, en proporción de 15 a 90 por 100. Por otra parte, ejerce un papel muy importante para transportar al organismo vegetal los elementos minerales extraídos del suelo y los principios inmediatos formados en las hojas. La planta se halla incesantemente atravesada por una corriente de agua de gran intensidad, que procede de las raíces y se escapa por las hojas en forma de vapor. La transpiración es considerable; la formación de 1 kilogramo de materia vegetal seca necesita la intervención de 250 a 350 kilogramos de agua de transpiración, mientras que sólo han sido necesarios 450 gra-

mos de agua para suministrar todo el oxígeno y todo el hidrógeno que entran en su constitución. Esta sencilla comprobación demuestra cuán importante es el papel del agua y cuánta influencia tiene el régimen de las lluvias en la producción agrícola. El agua penetra en la planta por los pelos radicales de las raíces (fig. 1), por el mecanismo de la endósmosis. Se eleva en la raíz para alcanzar el tallo, con una considerable

potencia ascensional. Cuando se poda la vid en la primavera, antes de todo desarrollo foliáceo, se ve deslizarse la savia por las heridas. Si se corta un tallo de vid a ras del suelo y se le adapta un manómetro de mercurio, el empuje de la savia puede hacer ascender el nivel del metal fluido hasta 731 milímetros.

En el preciso momento en que con la aparición de las hojas comienza la

transpiración, produce en el tallo una verdadera succión, cuya potencia puede alcanzar media atmósfera, que viene a sumarse al empuje de las raíces para hacer subir el agua. Por otra parte, la desaparición de la savia del agua, empleada en formar los principios inmediatos, contribuye igualmente a aumentar el llamamiento hecho por las raíces.

Se ha observado que la cantidad de agua transpirada por las plantas por influencia de la irradiación solar, depende de la intensidad de esta irradiación, y que en igualdad de temperatura es siempre mucho menor durante la noche. Por otra parte, la naturaleza de las sales disueltas en el agua modifica consi-

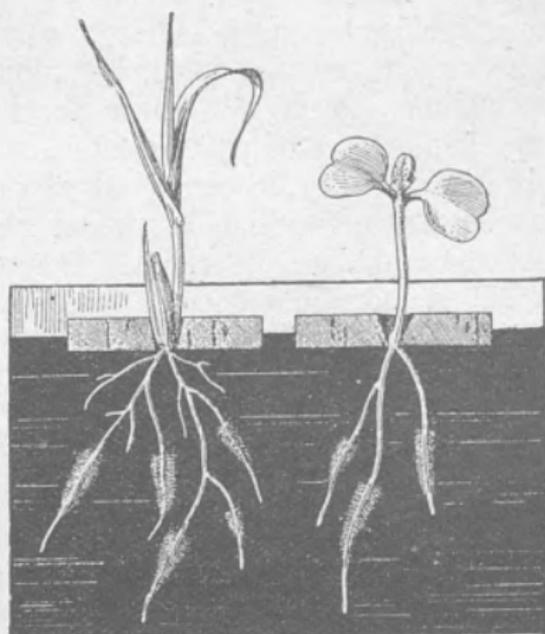


Fig. 1.—Pelos radicales.

derablemente la intensidad del fenómeno. Sachs, operando en habas criadas en el agua, ha reconocido que la evaporación disminuía un 40 por 100 al disolver en dicha agua nitrato de potasa, y un 50 por 100 con el yeso. En plantas cultivadas en la tierra, obtenía al final del experimento, a consecuencia de esta menor transpiración, el importante resultado de que las plantas que vegetan en suelo regado con agua enyesada, por ejemplo, podían encontrar en dicho suelo, aunque no se renovase la humedad, agua suficiente para vivir sin marchitarse; mientras que, en caso de emplear agua pura, se marchitaban las plantas. Desde este punto de vista deben considerarse especialmente estos experimentos. Del mismo modo se explicaría el efecto de ciertos abonos minerales que darían a las plantas la facultad de utilizar menos agua y, por consiguiente, mantener el suelo más fresco. Un estudio de Lawes y Gilbert sobre la influencia de la sequía de 1870, corrobora lo anteriormente dicho:

	Heno cosechado por hectárea		
	1870.	Término medio de 13-15 años	Déficit 1870.
	quintales	quintales	quintales
Sin abonos	7'25	27'71	20'46
Abonos minerales y sales amóniacales	36'25	65'27	29'02
Abonos minerales y nitrato sódico	70'00	72'50	2'50

Así, pues, en un suelo abundantemente abonado, las plantas pueden utilizar mucho mejor la provisión de agua de que disponen.

Asimilación del nitrógeno.—Indaguemos ahora los orígenes del nitrógeno que encontramos en los vegetales. Veamos en qué estado y por qué medios las plantas se aprovisionan de él; pero afirmemos desde luego que el nitrógeno es un elemento esencial del vegetal.

En efecto, el nitrógeno es el elemento característico de la substancia organizadora y viviente de la célula y del protoplasma, del que la clorofila es solamente modificación. Todos los órganos jóvenes y en vías de formación están cons-

tuidos por células ricas en protoplasma, y por consiguiente en nitrógeno. Las semillas, que encierran la planta en miniatura y le suministran los alimentos necesarios a su primer desarrollo, abundan en nitrógeno. Así es que no cabe duda sobre la importancia del papel alimenticio de este cuerpo simple. Dos son las fuentes que pueden proporcionarlo a los vegetales: el *suelo* y la *atmósfera*.

El *suelo* ofrece nitrógeno a las raíces de las plantas en tres formas diferentes: *sales amoniacales*, *nitratos* y *materias orgánicas cuaternarias*. Pero ¿las raíces de las plantas poseen la propiedad de absorber estas diferentes combinaciones nitrogenadas?

En primer lugar, averigüemos si las raíces pueden absorber las combinaciones cuaternarias sin cambiar de estado. Entre las materias orgánicas nitrogenadas del suelo, las hay completamente coloidales, como la materia negra o el ácido húmico, que, por consiguiente, no pueden penetrar en las células radicales por endósmosis, ni pueden tampoco ser absorbidas. Pero otras son solubles y dializables. Pétermann ha reconocido, y nosotros hemos comprobado, que los suelos cultivados contienen, en cantidad no despreciable, materias orgánicas que atraviesan la membrana del dializador. Los vegetales pueden absorber estas materias. Bréal lo ha demostrado experimentalmente en las leguminosas. Por otra parte, determinado número de experimentadores han demostrado por experiencias de cultivo que las amidas y los cuerpos amidados solubles, pueden proporcionar a las plantas el nitrógeno necesario. Asimismo, Hampe, en 1865, 1866 y 1867, cultivó maíz en soluciones nutritivas ordinarias, en las que entraba la urea como único alimento nitrogenado. Los plantales de maíz medraron muy bien y dieron espigas con cierto número de granos. La asimilación de la urea no es dudosa, pues Hampe tenía la seguridad de que no había sufrido alteración en sus líquidos nutritivos, ni se habían formado nitratos ni amoníaco. Encontró la urea en estado natural en el jugo de las plantas. Beyer reconoció el mismo fenómeno en la avena, observando en las plantas mejor desarrollo que con las sales amoniacales. Hampe ha comprobado también que

las plantas se asimilan el ácido úrico, aunque los planteles de maíz eran menos vigorosos que con la urea.

Según Johnson y Wagner, el ácido úrico también podía ser absorbido, descomponiéndose en ácido benzoico y glicocola, que puede servir de alimento nitrogenado para los vegetales, según lo han comprobado Knop, Wolf, Wagner y Hampe, quien lo considera como equivalente del nitrato, en igual cantidad de nitrógeno. Wagner ha madurado maíz

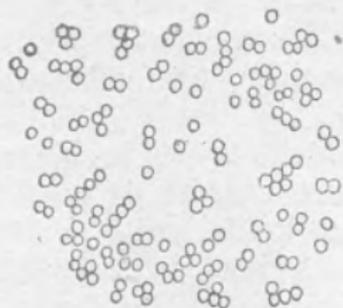


Fig. 2.—Fermento amoniacal
(1.000 d.)
Urococcus de Van Tieghem.

por medio de la glicocola. En el mismo caso se encuentran la creatina, la leucina y la tirosina (Wagner, Knop, Wolf). Bente ha demostrado lo mismo respecto de la esparragina y la acetamida.

Así, pues, no debe negarse que las plantas absorban los compuestos amidados solubles del suelo, ni que éstos sean para ellas un manantial de nitrógeno.

En cuanto al nitrógeno de las materias húmicas, no permanece indefinidamente inactivo, pues aparte de su lenta transformación en principios amidados solubles por influencia de las múltiples fermentaciones producidas en el humus, se modifican profundamente y engendran ácido carbónico, amoníaco y nitratos. El nitrógeno del mantillo es la reserva del suelo que, por medio de apropiado cultivo, se hace poco a poco asimilable en las cosechas sucesivas. Los fermentos amoniacales, nitrosos y nítricos (figuras 2, 3, 4 y 5) se apoderan del nitrógeno del mantillo y lo transforman finalmente en amoníaco y en nitratos. Boussingault ha demostrado que los nitratos del suelo se forman a expensas de las materias nitrogenadas. Schlösing y Müntz han descubierto que este fenómeno resulta de la intervención de los fermentos representados en las figuras, que cultivó y aisló Vinogradski. Estos fermentos se encuentran en todos los suelos y a todas las altitudes.

Su funcionamiento requiere una temperatura de 13 a 51°.

A 37° la actividad de estos fermentos alcanza su punto máximo. Un grado conveniente de humedad es igualmente

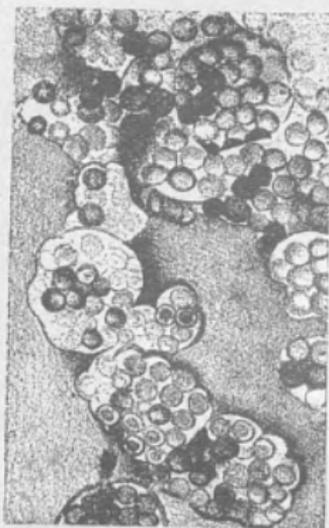


Fig. 3. — Fermento nítrico de Zurich (1,500 d.)

Colonias de zoógleos.

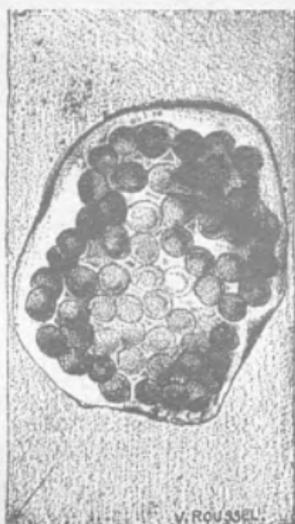


Fig. 4. — Fermento nítrico de Zurich (1,500 d.)

Zoógleo con envoltura gelatinosa aislada.

necesario, y los suelos desecados por fuertes calores no nitrifican. Es preciso también que el suelo esté bien aireado, pues

sin el acceso de oxígeno no sólo falta la nitrificación, sino que al mismo tiempo se reducen los nitratos previamente formados, hasta ir desapareciendo poco a poco. Esto es lo que se ha comprobado en los suelos excesivamente húmedos. Por último, es necesario que el suelo contenga



Fig. 5. — Fermento nítrico de Quito (1,500 d.).

carbonato cálcico, para que, tan pronto formado, el ácido nítrico se neutralice al combinarse con la cal. Observemos de paso que el conocimiento de estos hechos explica en gran

parte la utilidad de las modalidades de cultivo y la necesidad de enmiendas calcáreas.

Por lo tanto, el suelo ofrece nitrógeno a las raíces de las plantas, principalmente en forma de cuerpos amidados solubles, amoniaco y sobre todo de nitratos.

Numerosos experimentos han comprobado la eficacia de los abonos amoniacales en la vegetación (véase *abonos nitrogenados*); pero a Müntz se le debe la demostración científica de que las raíces absorben directamente el amoniaco.

El nitrógeno en estado nítrico es la forma más favorable para que lo absorban y se lo asimilen las raíces. Proust fué el primero en demostrar la utilidad del ácido nítrico en la vegetación. Kuhlmann emprendió en Francia una campaña en favor del nitrato sódico como abono. En experiencias con el trigo y los guisantes, ha demostrado Meyer la absorción del nitrato y ha obtenido un muy importante aumento de producción. Mientras que tres plantas de trigo cultivadas sin nitrógeno en la solución nutritiva daban solamente 0'357 gramos de materia seca, con 0'0025 gr. de nitrógeno, otras tres plantas cultivadas en la misma solución nutritiva, adicionada de nitrato de potasa, producían 2'263 gr. de materia seca, con 0'027 gr. de nitrógeno. En los guisantes, ayunos de nitrógeno, el peso de la materia seca formada es cinco veces menor que con nitrato. A propósito del nitrato sódico, veremos más adelante (*Nitrato sódico*) numerosas experiencias de cultivo que corroboran completamente estas investigaciones científicas.

En resumen, las plantas encuentran en el suelo nitrógeno asimilable en forma de principios amidados solubles, sales amoniacales y nitratos.

Examinemos ahora los recursos de nitrógeno que la atmósfera pone a disposición de los vegetales. Se sabe que el aire contiene el 79 por 100 de su volumen de nitrógeno gaseoso. Por consiguiente, debemos preguntarnos ante todo si las plantas que cultivamos pueden absorber este gas para alimentarse, como absorben, por ejemplo, el ácido carbónico.

Hellriegel y Wilfart han establecido indubitavelmente

que las plantas de la familia de las leguminosas, tales como el guisante, las habichuelas, los altramuces, las habichuelas secas, el trébol, la alfalfa, etc., pueden desarrollarse normalmente en un suelo privado de nitrógeno, en arena calcinada, por ejemplo, adicionada simplemente de cenizas vegetales, cuando en sus raíces se desarrollan pequeños tubérculos (fig. 6) que el microscopio nos presenta llenos de bacterias. Por el contrario, en ausencia de estas nudosidades, la planta muere o queda raquítica (fig. 7).

Las plantas de las demás familias, y principalmente las gramíneas, no pueden desarrollarse en estas condiciones. Las leguminosas, gracias a las bacterias de sus raíces, absorben el nitrógeno del aire.

Numerosos sabios han demostrado la función de estas bacterias. Bréal, del Museo de París, entre otros, ha hecho germinar dos semillas de altramuz sobre papel de filtro húmedo, pinchando después la raicilla de una de las plantas con una aguja muy fina hundida ante-

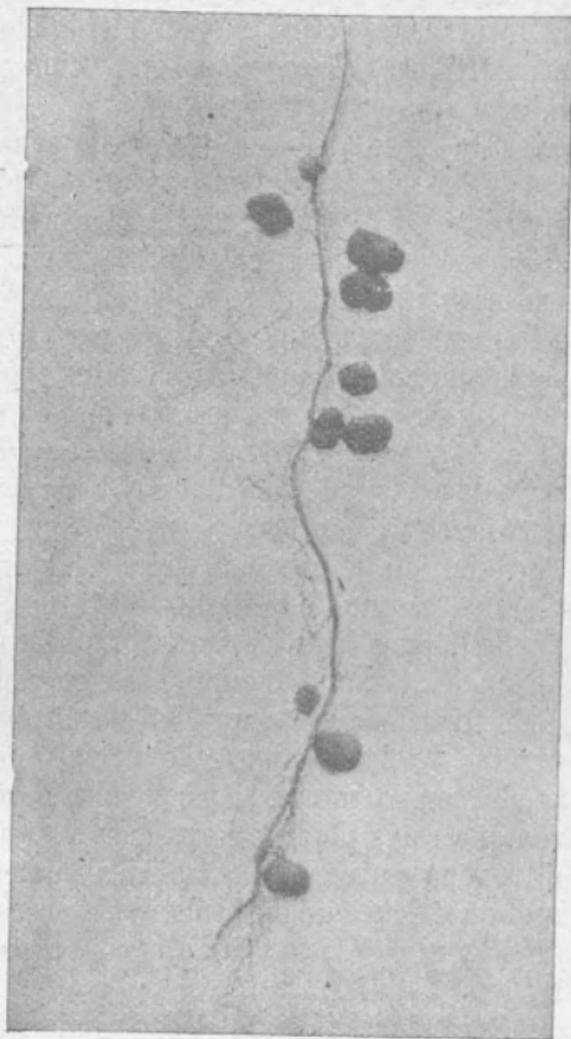


Fig. 6.—Nudosidades de las leguminosas.
Raíz de habichuela (tamaño natural).

riormente en un tubérculo de la raíz de alfalfa. Acto continuo plantó los dos altramuces en la misma maceta llena de arenilla y regada con una disolución nutritiva exenta de nitrógeno. Las raíces de la planta inoculada se cubrieron de nudosidades, y utilizando el nitrógeno del aire se desarrolló normalmente, al paso que su vecina quedó mezquina y desmirriada.

Esta inoculación directa de la planta puede substituirse por la inoculación del suelo. Así operaron desde un principio Hellriegel y Wilfart. Establecieron dos series paralelas de altramuces en tierra calcinada, y por consiguiente exenta de materias nitrogenadas y de microbios. Después añadieron a las macetas de una de las series, tierra procedente de un suelo que había dado una hermosa cosecha de altramuces, desliéndola en un mortero con agua esterilizada, agitando y dejando posar, y decantando el líquido. Mientras que en la serie de este modo inoculada obtenían cosechas de 45 gramos por maceta, con una ganancia en nitrógeno superior a 1 gramo, en las macetas sin desleitura de tierra sólo obtuvieron 1 gramo de materia vegetal.

Schlösing hijo y Laurent repitieron la operación en otra forma, cultivando leguminosas en una atmósfera limitada, demostrando que la cantidad de nitrógeno absorbido por las plantas había desaparecido del aire ambiente. Experimentando con la mostaza, espérgula, berro y avena, comprobaron que estas plantas no tienen la propiedad de absorber el nitrógeno gaseoso. Los mismos experimentadores observaron que determinadas plantas verdes inferiores, como las algas y musgos, son igualmente capaces de absorber el nitrógeno del aire.

Basándose en este descubrimiento de la función de las bacterias radiculares de las leguminosas, se ha logrado desarrollarlas normalmente en suelos hasta entonces ingratos, añadiéndoles de 200 a 300 kilogramos de tierra favorable a su crecimiento. También se han cultivado artificialmente estos microbios para servirse de ellos con el mismo fin. Sin embargo, no creemos que esta tentativa tenga un brillante porvenir, pues no son microbios lo que generalmente falta

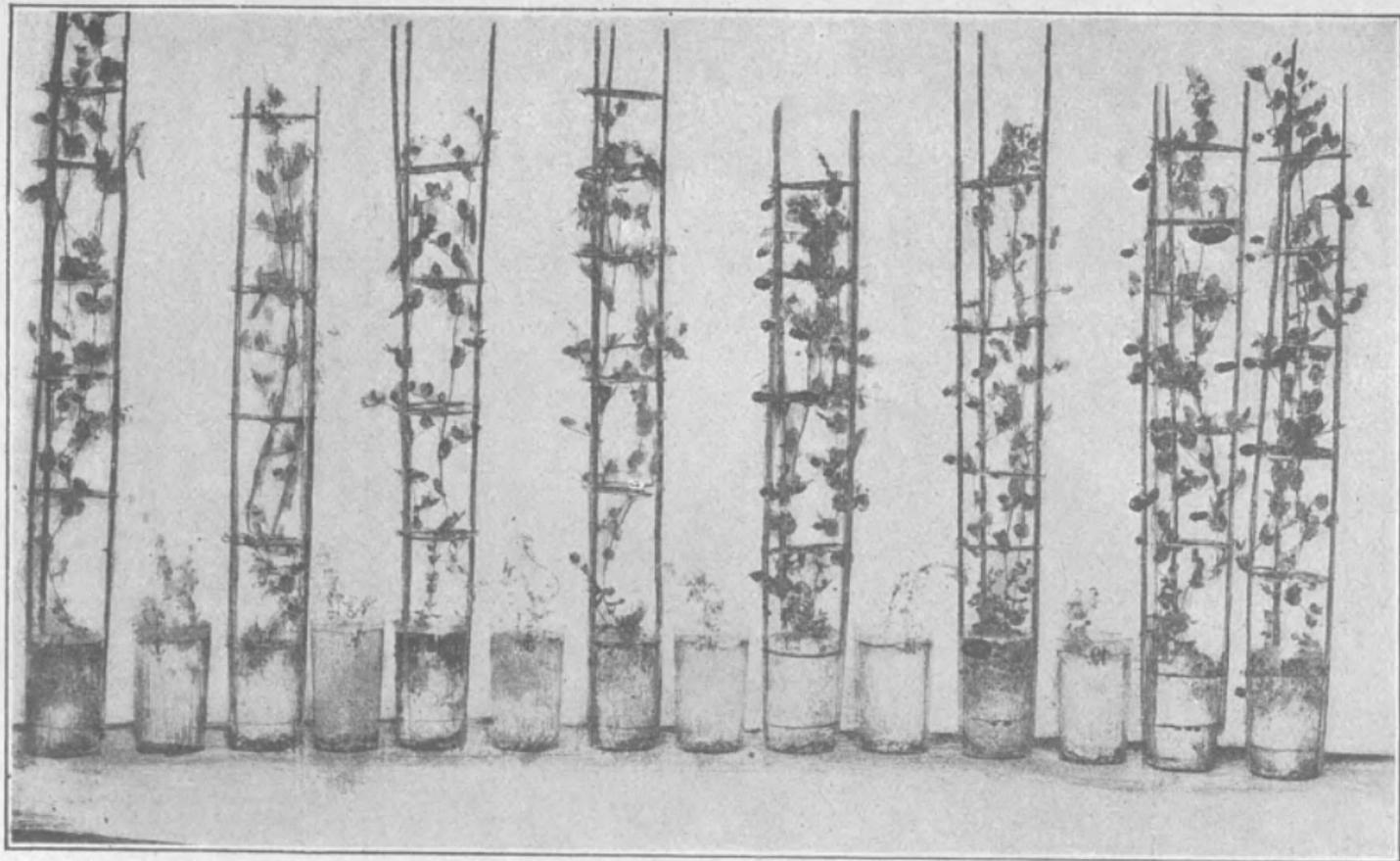


Fig. 7.—Guisantes cultivados en suelo esterilizado: núms. 322, 323, 324, 328, 329, 330.—Guisantes cultivados en suelo esterilizado con adición de tierra desleída en que medran los guisantes: núms. 325, 326, 327, 329, 340, 341, 337, 338 (según Hellriegel y Wilfart, 1887).

en los suelos, y si no son lo suficientemente activos se debe a las desfavorables condiciones del ambiente. Los resultados útiles en este punto dependen mucho más de modificar estas condiciones que de la inoculación.

Esta notable propiedad de las leguminosas nos permite comprender hoy un hecho que los prácticos comprobaron



Fig. 8.—*Azotobacter agilis*.

hace mucho tiempo, esto es, que los cultivos de leguminosas enriquecen el suelo en nitrógeno, y permiten obtener después del desmonte más abundantes cosechas de cereales. Catón dijo: *Vicia, faba, stercorant terram*; y los agrónomos habían comprobado que la considerable cantidad de residuos y raíces dejados por estas plantas mejorantes

daban al suelo un verdadero abono nitrogenado.

Sin poder afirmarlo, creían que este nitrógeno procedía del aire. Actualmente el hecho es cierto y se conoce su mecanismo.

Pero el nitrógeno del aire no sólo interviene de esta manera en la vegetación. Berthelot ha demostrado que, por influencia del efluvio eléctrico, las materias orgánicas pueden fijar nitrógeno, y dedujo de ello que el suelo podía enriquecerse a expensas del mantillo que contiene. Demostró también que a consecuencia del desenvolvimiento de los microbios (figs. 8 y 9), los suelos pueden fijar directamente el nitrógeno del aire y aumentar de este modo sus reservas de nitrógeno para futuras vegetaciones.

En fin, el nitrógeno no se halla en el aire tan sólo en estado libre. También se le encuentra, aunque en muy pe-

queña cantidad, en forma de amoniaco y de nitratos. El amoniaco se encuentra en el aire a la dosis de 2 y 1/2 miligramos por 100 metros cúbicos. La cantidad de nitrato tomado de la atmósfera por las lluvias que la azotan puede estimarse en 3 a 10 kilogramos por hectárea y por año. Esta cantidad es mucho mayor cerca de la línea equinoccial.

Las hojas de las plantas pueden absorber el amoniaco atmosférico, según demostró Schlösing experimentando con el tabaco. Pero la absorción más importante es la que produce el mismo suelo bien dotado. No obstante, estas últimas acciones no desempeñan muy notable papel en la práctica del cultivo intensivo; y prescindiendo

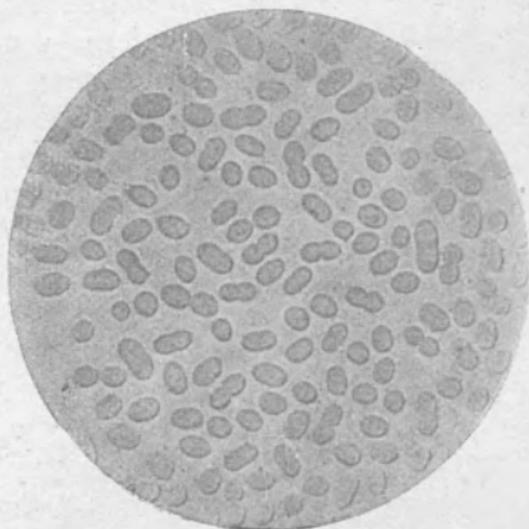


Fig. 9.—*Azotobacter chroococcum*

de las leguminosas, hemos de considerar que todas las otras plantas cultivadas deben obtener del suelo laborable el nitrógeno necesario en forma amoniacal y sobre todo nítrica.

Absorción de las materias minerales.—Por sus raíces extraen las plantas del suelo las necesarias materias minerales. El sistema radicular de los vegetales cultivados tiene un desarrollo mucho mayor de lo que generalmente se cree, tanto si se trata de plantas de raíces perpendiculares, como las leguminosas, las remolachas, las zanahorias, etc., o de plantas de raíces fasciculares, como las gramíneas.

El nivel a que las raíces descienden en el suelo depende de la profundidad de la capa permeable y sana. En los cereales (fig. 10) hemos comprobado experimentalmente un desarrollo de 45 a 90 centímetros de longitud. En las arci-

llas glaciares de su granja de Calèves, observó Risler que la masa principal de las raíces del trigo abarcaba una capa no más allá de 35 centímetros. Pero en suelos profundísimamente mullidos podían descender a más de un metro.



Fig. 10.—Raíz rastrera.
Cebada entallecida.

Las plantas de raíces perpendiculares (fig. 11), como las leguminosas forrajeras, penetran más profundamente en el suelo y desarrollan sobre todo su cabellera en el subsuelo. Mientras que la capa laborable propiamente dicha está ocupada por el 60 por 100 del sistema radicular en el trigo, el 61 por 100 en la cebada y el 68 por 100 en la avena, el trébol tiene solamente el 16 por 100 en la primera capa de 25 centímetros y el 84 por 100 restante se halla entre 25 centímetros y 1'25 metro de profundidad; la alfalfa, el 28 por 100 hasta 25 centímetros, el 29 por 100 de 35 centímetros a 1 metro y el 42 por 100 de 1 a 1'50 metro; la colza, el 23 por 100 en el suelo revuelto por el arado y el 70 por 100 en el subsuelo hasta 1'25 metro de profundidad, etc.

Así, pues, la distribución de las raíces en el suelo varía según las especies, y hasta cierto punto señala las ventajas de los cultivos ulteriores.

El peso del aparato radicular, en estado seco, también varía mucho según las especies. Nosotros lo hemos demostrado en los cereales (1), evaluando el peso de la materia seca de las raíces, por hectárea, de la manera siguiente:

(1) GAROLA, *Cereales* (Enciclopedia agrícola).

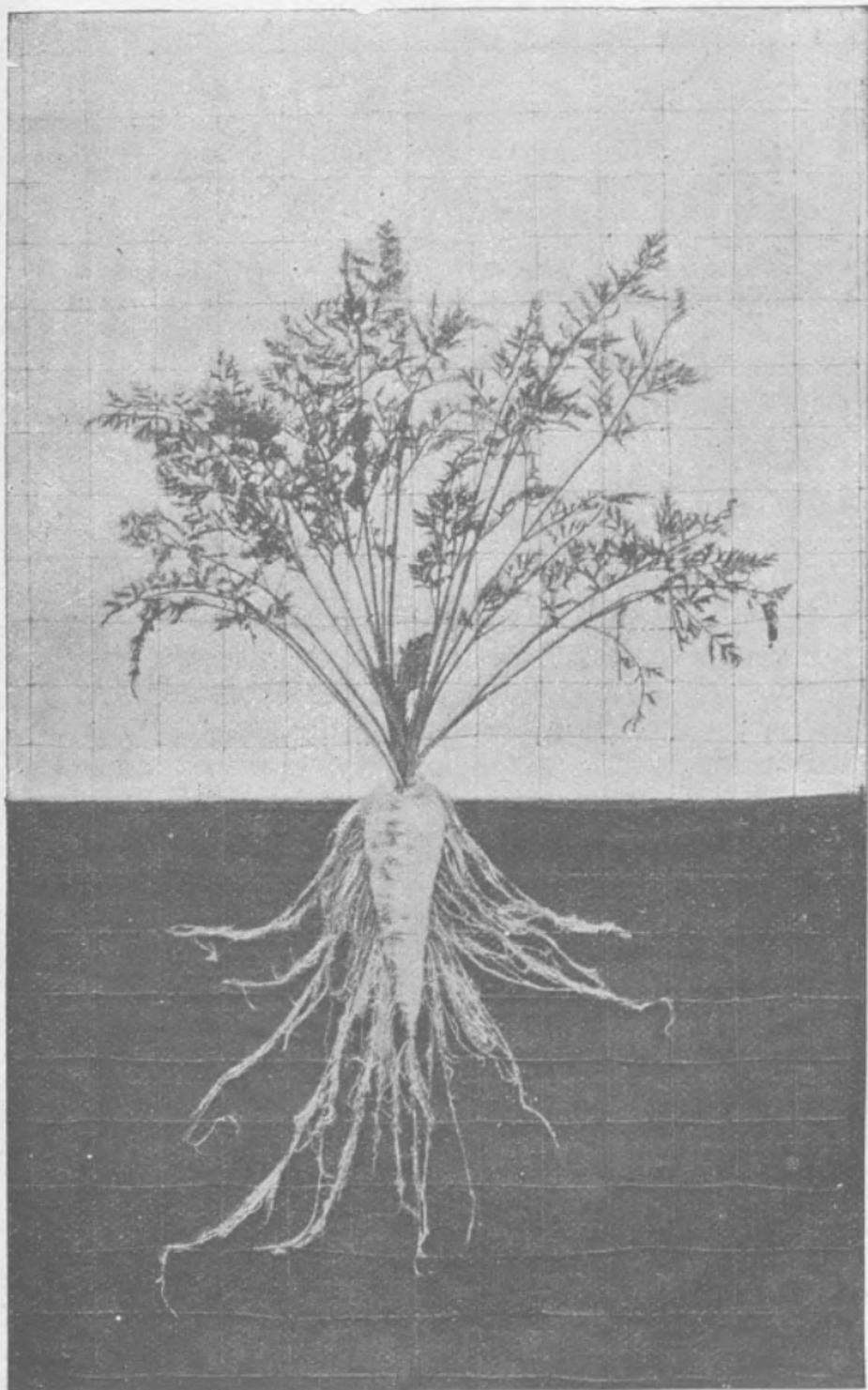


Fig. 11.—Raíces penetrantes.—Zanahoria.

	Rendimiento por hectárea	Raíces secas
Trigo de invierno	40 hectol.	1,525 kilos.
Trigo de marzo	40 —	1,000 —
Centeno de invierno . . .	35 —	1,155 —
Alcacer de invierno . . .	50 —	672 —
Cebada de dos hileras . .	40 —	640 —
Avena de primavera . . .	50 —	3,800 —
Sarraceno	30 —	411 —
Mafz cuarenteno	40 —	590 —
Mijo común	40 —	458 —

Müntz y Girard han obtenido, en plantas de raíces penetrantes:

Alfalfa	772 kilos.
Trébol violado	949 —
Colza	835 —

En una misma familia, la potencia de absorción puede considerarse que está, en cierto modo, en razón del peso de las raíces secas. Mas para examinar con mayor detenimiento la cuestión es preciso determinar la superficie absorbente de estas raíces, y aun así, sólo tendremos una aproximación muy burda e inferior a la realidad, pues la absorción tiene lugar por los innumerables pelos radicales que guarnecen las raíces más sutiles, cuya superficie es materialmente imposible de computar. Sea lo que fuere, Aimé Girard observó que la superficie de las raíces secundarias de la remolacha de azúcar es de 320 decímetros cuadrados por planta; así, pues, una hectárea de remolacha, de ocho plantas por metro cuadrado, tiene una superficie mínima de absorción de 2 hectáreas y 64 áreas. En un campo de trigo, Müntz y Girard han encontrado para la superficie de las raíces 11 h. 81; para la cebada, 2 h. 52; para la avena, 10 h. 78; para la pradera natural, 7 h. 62; para la adormidera, 2 h. 22, y para el trébol, 5 h. 39. Por otra parte, la actividad de las raíces depende de su potencia disolvente, que en cierto modo está en proporción de la acidez del jugo que contienen los pelos radicales. Esta acidez corresponde, por término medio, a 1 por 100 de ácido cítrico, aunqu varia notablemente de una

familia a otra. La potencia disolvente de las raíces puede también variar con la naturaleza de los ácidos que contenga su jugo. Desgraciadamente, no poseemos sobre este asunto datos precisos. Todo lo que sabemos se limita a que hemos podido caracterizar el ácido cítrico en las raíces secundarias del trigo, y que, por otra parte, Paturel lo ha encontrado en el jugo de las patatas.

Por medio de sus pelos absorbentes, se ponen las raicillas de las plantas en íntimo contacto con las partículas del suelo y absorben por endósmosis los materiales necesarios a su nutrición. Las sustancias solubles en el agua, como las sales amoniacales, nitratos, cuerpos amidados, bicarbonato cálcico, etc., penetran fácilmente en los pelos con la misma agua. Pero los principios nutritivos que se fijan en las partículas terrosas, o que son naturalmente insolubles, tienen necesidad de quedar solubilizados previamente por el contacto de los pelos radicales ácidos. Esta acción disolvente, debida al contacto de las raíces, ha sido claramente demostrada por Sachs con un experimento hoy clásico. Este sabio colocó en el fondo de un cristalisorio una placa de mármol pulido, recubierta de arena húmeda, en que sembró habichuelas. Al cabo de algún tiempo retiró la placa en contacto con la cual habían crecido las raíces, y pudo comprobar que la superficie del mármol presentaba numerosos surcos en todos los puntos tocados por las raicillas.

Al principio de este capítulo, echando una rápida ojeada sobre el contenido en sustancias minerales de los diferentes tipos de plantas agrícolas, hemos reconocido que no absorbían cantidades iguales de cada una de ellas. Si se cultivan en el mismo campo avena y trébol, la primera absorbe mucha sílice y poca cal, mientras que la segunda opera inversamente.

De estas observaciones se desprende que las raíces gozan de ciertas propiedades electivas respecto de las sustancias minerales que les son útiles. Por lo demás, esto se deduce naturalmente de las leyes de la endósmosis. Si consideramos un pelo radical en contacto con la solución nutritiva encerrada en el suelo, el ácido fosfórico de la solución

irá pasando a través de la membrana del pelo hasta que se establezca el debido equilibrio entre el ácido fosfórico del agua del suelo y el del jugo radicular. Según esto, como la planta utiliza el alimento de esta manera absorbido y lo hace entrar en combinación insoluble para la constitución de los núcleos de las células y de otros elementos de los tejidos, la proporción de ácido en el jugo radicular tiende continuamente a disminuir, hasta el momento en que la planta deja de utilizar este cuerpo y se encuentra, en cierto modo, saturada de él. En cuanto a las sales que permanecen disueltas en el jugo celular, la planta las hace entrar en combinaciones de peso molecular muy elevado, y desde entonces queda roto el equilibrio ósmico, y, por lo tanto, la endósmosis se produce de parte a parte de la membrana radical, mientras se utiliza de este modo una nueva cantidad de sal. En fin, la planta fija otras sales en sus tejidos, de la misma manera que las fibras textiles fijan las materias colorantes, por simple afinidad capilar.

En resumen, las raíces de las plantas absorben por diálisis las materias minerales u orgánicas solubles, en la misma proporción en que pueden utilizarlas. Las insolubles de por sí en la tierra son atacadas y disueltas por el contacto de los pelos radicales, que se hallan repletos de un jugo ácido de una potencia variable, pero segura, según las especies.

Acción fisiológica de las sales minerales.— Los antiguos fisiólogos creían que las plantas sólo contenían accidentalmente materias minerales. Saussure, basándose en la necesidad de las sustancias salinas para los animales, infirió que existe una ley natural que fuerza a las plantas a absorberlas. Si la composición de las cenizas denota ciertas alteraciones, lo atribuye Saussure a un designio providencial para favorecer la dispersión de las especies, permitiéndoles vegetar en suelos diferentes. Por lo demás, estas alteraciones de composición se observan también en la proporción de los principios inmediatos contenidos en las plantas. Así, la remolacha es más o menos rica en azúcar según los años; el trigo contiene más o menos gluten, y la proporción de nico-

tina en una misma especie de tabaco puede variar desde 1 hasta 10 por 100. Es indiscutible la utilidad fisiológica de los elementos minerales que entran en la constitución de los principios inmediatos. Respecto de los demás, es más difícil la justificación de este servicio.

Se ha procurado demostrar por medio de experimentos la necesidad de principios minerales. El método empleado consiste en dar a un vegetal todas las sustancias minerales que entran en su constitución, excepto una. Si la planta puede medrar y recorrer todas las fases de su vegetación, no es necesario el cuerpo suprimido. En caso contrario, es indispensable. Se comprueba esta conclusión repitiendo el experimento después de añadida la sustancia en cuestión.

Para estos experimentos ha debido renunciarse al empleo de un suelo sólido cualquiera. Se hacen los cultivos en disoluciones apropiadas de sustancias salinas. Sin entrar en pormenores sobre la práctica del método, pasaremos al examen de los resultados obtenidos:

La *potasa* es absolutamente necesaria a la vegetación. Cuando falta, se detiene el crecimiento de la planta, porque la clorofila no puede producir almidón. En un medio privado de potasa, el joven plantel vegeta desde luego a expensas del almidón de reserva contenido en la semilla; pero consumido éste, persiste en estado completo de inanición, que invalida los otros alimentos minerales. Cuando se proporciona potasa a la planta, comienza a reanimarse inmediatamente y produce almidón. Es indiferente la forma en que se proporcione potasa a la planta. El cloruro potásico y el sulfato potásico son de buen empleo. Ninguno de los otros metales alcalinos puede reemplazar a la potasa.

El *ácido fosfórico*, como la potasa, es absolutamente necesario al desenvolvimiento de los vegetales. Se comprende fácilmente, porque el fósforo forma parte integrante de las materias nitrogenadas proteicas, y particularmente de las nucleínas, que son la base del protoplasma de las células y del núcleo celular. Según esto, el protoplasma es la sustancia realmente viviente del vegetal, y por la división del nú-

cleo se multiplican las células. El protoplasma organiza y produce los principios inmediatos de los vegetales; es el obrero que levanta el edificio. Por lo tanto, es preponderante la acción del ácido fosfórico en agricultura. Cuando la planta carece de fosfato, no puede producir semillas.

El *azufre*, o el ácido sulfúrico que lo proporciona, es igualmente indispensable a la vegetación. Como el fósforo, forma parte de la molécula de las sustancias albuminoideas, y su acción fisiológica es paralela.

Generalmente, el *hierro*, por poco abundante que se encuentre en las cenizas, es un alimento mineral de primera necesidad. Dice sobre el particular E. Wolf: «Se comprueba en numerosos experimentos de vegetación hechos por medio de tierras artificiales, así como en la crianza de ganado con soluciones nutritivas, que cuando falta hierro la planta toma aspecto clorótico, desaparece casi enteramente el matiz verde y la vegetación se desmedra. Si la falta de hierro se prolonga, la planta no tarda en perecer». Así, pues, el hierro es necesario a la producción de la clorofila. Sin hierro, no existe materia verde, y por lo tanto tampoco hay almidón ni sus derivados, pues la planta no puede asimilar carbono.

La *cal* y la *magnesia* son igualmente necesarias a la vegetación. La primera es sobre todo útil a la formación de los tallos y de las hojas; la segunda entra en cantidad relativamente considerable en la constitución de los granos; parece también necesaria a la lozana granazón del trigo.

La *silice*, tan abundante en las cenizas de las gramineas, no parece ser indispensable al desarrollo normal de las plantas. Dice al efecto E. Wolf: «Los últimos ensayos de vegetación en las soluciones acuosas han demostrado suficientemente que aun los mismos cereales pueden adquirir vigoroso desarrollo y producir granos completamente maduros sin que haya silice en los elementos nutritivos que los alimentan. Por lo tanto, para la formación de la sustancia orgánica vegetal, la silice no tiene la importancia inmediata de los elementos minerales anteriormente examinados. Sin embargo, como nada hay sin finalidad en la naturaleza, la

absorción de este cuerpo en las condiciones naturales no puede carecer de utilidad. Todo incita a creer que la sílice favorece y uniforma la madurez de los cereales y asegura, aun en desfavorables condiciones atmosféricas, el completo desarrollo de la semilla y su maduración en época conveniente. En efecto, el grano representa una gran parte del peso total de la planta gramínea a causa de la acumulación gradual de la sílice en las hojas, cuya vitalidad se detiene muy pronto, y entonces la savia afluye más directamente al grano para procurarle los elementos necesarios a su crecimiento. La emigración de la sílice hacia las hojas en las plantas herbáceas se efectúa precisamente en el período comprendido entre la florescencia y la madurez, es decir, en el momento en que la planta absorbe en proporción relativamente pequeña la mayor parte de los otros alimentos minerales. Es verisímil que la sílice contribuya también a disminuir hasta cierto grado la proporción de estos otros alimentos nutritivos necesarios y directamente activos; es decir, que evita su empleo superfluo. En efecto, se comprueba que en las plantas cereales obtenidas en soluciones nutritivas privadas de sílice, raramente es uniforme la madurez del grano, y la cantidad total de cenizas es con frecuencia mucho más elevada que en los cereales desarrollados en condiciones normales». No es cierto el papel que se atribuía en otro tiempo a la sílice, de impedir el vuelco de las mieses. Isidoro Pierre ha demostrado que entre los trigos volcados se encuentra más sílice que en los que permanecen derechos. Según este informe, el ácido fosfórico tiene una acción muy señaladamente favorable en la formación en la base de los tallos de un tejido celular de paredes muy densas y muy resistentes.

El *cloro* y la *sosa* no parecen ser alimentos indispensables a los vegetales terrestres. Si no inútiles, son por lo menos superfluos en gran número de plantas. Sin embargo, el cloro parece ser necesario a la formación de los granos del alforfón, y la notable cantidad que se encuentra en gran número de semillas inclina a admitir que puede ser frecuentemente útil, aunque no del todo necesario. En cuanto a la sosa, no

existe en la mayor parte de los vegetales terrestres, como ha demostrado Péligot. Sin embargo, la hay en la remolacha. Las plantas marinas están bien dotadas de sosa y de cloro.

Para la finalidad de esta obra, sólo hemos de tener en cuenta los elementos nutritivos tomados del suelo. El carbono, el oxígeno y el hidrógeno los proporcionan generosamente el aire y el agua; y el aire proporciona nitrógeno a las leguminosas. Pero todas nuestras cosechas deben sacar de la tierra los necesarios principios minerales: ácido fosfórico, ácido sulfúrico, potasa, cal, magnesia, hierro; y los elementos útiles: sílice y cloro. También de la tierra toman el nitrógeno la mayoría de las plantas.

Función del suelo.—Así, pues, todas estas substancias minerales, así como el nitrógeno, se encuentran en mayor o menor cantidad en las tierras laborables, y según su proporción serán más o menos productivas. Puede decirse también que la mayoría de los suelos contienen suficiente sílice, cloro, hierro, magnesia y ácido sulfúrico.

El nitrógeno, potasa y ácido fosfórico que encierran los suelos no se encuentran todos en estado directamente asimilable por los vegetales. La mayor parte se hallan en estado insoluble y muy compacto, por lo que resisten la acción absorbente de las raíces.

La proporción de los alimentos de las plantas que se encuentran en el suelo directamente asimilables, es siempre relativamente pequeña en un momento dado. Sin embargo, existe siempre y debe considerarse atentamente en el estudio de los suelos.

Los alimentos minerales y nitrogenados de las plantas forman en el suelo dos masas distintas: la directamente absorbible por las raíces o inmediatamente asimilable, y la reserva, que se transforma poco a poco para regenerar la primera. Esta reserva de substancias alimenticias es la condición esencial de la perennidad de la producción, y la parte anualmente transformada en estado asimilable es la medida justa de fertilidad actual del terreno. La reserva es el capital, y la parte anual, el interés.

En las tierras bien constituidas, la fertilidad natural es suficiente para subvenir a las cosechas de un país de rudimentaria civilización; pero cuando la población aumenta y se densifica cada vez más, el hombre se ve obligado, para asegurar su subsistencia, a aumentar artificialmente la provisión de alimentos que el suelo pone a disposición de los vegetales por su continua y lenta disgregación.

En este momento comienza el empleo de los *abonos*, cuya definición es: *toda substancia incorporada al suelo para aumentar la masa de alimentos utilizables por los vegetales*. De todo lo dicho y de esta definición se desprende que el abono es un complemento del suelo, destinado a proporcionarle lo que le falta para asegurar un rendimiento conveniente en las condiciones económicas del cultivador.

Puesto que las plantas toman su alimento del suelo y éste sólo contiene una cantidad limitada de principios fertilizantes, resulta que el cultivo continuo de una planta cualquiera en un mismo terreno acaba uno u otro día por absorber casi completamente la primitiva reserva de alimentos. Desde luego, si de un campo se extrae cada año un peso determinado del nitrógeno, fosfato, potasa, cal, magnesia, etc., contenidos en las cosechas vendidas, es indispensable devolver al suelo las mismas substancias para no agotar su fertilidad. Esta necesidad se designa con el nombre de *ley de restitución*.

Es preciso comprender el objeto de esta restitución de los elementos extraídos de las reservas del suelo. En efecto, es necesario restituir al suelo, de una manera absoluta, todo aquello que extrajeron las cosechas, para mantener en dicho suelo una producción constante. En los terrenos calcáreos, por ejemplo, es inútil restituir la cal. Hay suelos graníticos ricos en feldespato, que se descompone lentamente y suministra cada año una dosis elevada de potasa asimilable. En estos terrenos no hay por qué preocuparse de restituir la potasa. En ciertas comarcas, el suelo está naturalmente fosfatado, y la experiencia demuestra que los superfosfatos no tienen allí eficacia. Por consiguiente, es inútil restituir el ácido fosfórico extraído.

Pero la aplicación del principio de la restitución no basta en la agricultura moderna. *Es un principio simplemente conservador*, y en la actualidad el cultivador sólo puede salir adelante por el progreso. Ya no estamos en la época en que Liebig establecía las leyes de la nutrición mineral de las plantas; y las condiciones económicas que sufrimos nos imponen la obligación de aumentar cada vez más nuestros rendimientos para luchar contra la baja cada día mayor de los precios de venta de nuestros productos. Es para nosotros una cuestión vital conseguir que los precios de coste de la producción sean más bajos que los precios de venta, y para lograrlo precisa que tomemos de la tierra todo cuanto pueda dar con el concurso de materias fertilizantes, de semillas seleccionadas y de un trabajo del suelo cada vez más apropiado al fin que se persigue. Hemos visto anteriormente que la ausencia de un solo elemento nutritivo en la alimentación de las plantas paraliza la acción de todos los demás, por abundantes que se los suponga. Así, por ejemplo, la productividad de una tierra rica en nitrógeno, potasa, cal y magnesio puede invalidarse por la ausencia del ácido fosfórico. Si el mismo elemento de fertilidad se encuentra en pequeña cantidad, suficiente, pongamos por caso, para producir 15 hectolitros de trigo, y en cambio hay bastante nitrógeno, potasa, etc., para elaborar 40 hectolitros, la aplicación del principio de restitución no podrá mejorar la producción. No sólo es preciso *restituir*, sino también *adelantar*, siempre que estos adelantos hayan de ser productivos. Un abundante aporte de abono fosfatado fácilmente asimilable aumentará el rendimiento, con promesa de realizar un beneficio seguro. Efectivamente, *en favorables condiciones atmosféricas, las cosechas son proporcionales á la cantidad disponible del alimento que el suelo contiene en menor cantidad.*

Esta es la *ley del minimum*, y viene a completar y fecundar el principio de la restitución. Nos enseña a obtener de una manera económica todo el partido posible de los recursos del suelo. Más adelante veremos que todavía se han de tener en cuenta otros puntos para llegar al abono racional de las cosechas. Por el momento, estas generalidades

son suficientes para guiarnos en el estudio descriptivo de los abonos. Volveremos sobre el asunto cuando se trate de su empleo. Sin embargo, conviene llamar la atención sobre la importancia de las propiedades generales del suelo desde el punto de vista de la producción y del aprovechamiento económico de los abonos. Tan sólo en tierras de buenas propiedades físicas y químicas es remunerador el juicioso empleo de los abonos, pues dichas propiedades determinan que las raíces puedan disponer, según su necesidad, de las materias fertilizantes.

Aunque no sea oportuno tratar aquí de esta importante parte de la agrología, no podemos por menos de recordar cuáles son las principales condiciones del suelo para obtener todo el partido posible de los abonos. El suelo debe ser medianamente tenaz para facilitar la ejecución de los trabajos agrícolas y mantener el estado de mullimiento en que lo puso el laboreo. Es preciso que sea suficientemente permeable al aire, al agua y a las raíces; que guarde en toda estación la conveniente frescura, sin humedad sobreabundante; que goce de bastante poder absorbente para fijar los abonos solubles, a fin de impedir que los arrastren las lluvias; por último, que sea capaz de preparar los abonos para la asimilación y que, por consiguiente, esté formado de proporciones convenientes de arcilla, caliza y mantillo como elementos que más activamente funcionan.

La tenacidad media que mejor responde á las exigencias del cultivo está representada por una dosis de 20 a 30 por ciento de arcilla. Una cantidad insuficiente de arcilla puede suplirse por una proporción mucho mayor de mantillo. Por otra parte, a las tierras demasiado fuertes se les puede dar un estado más conveniente de tenacidad enriqueciéndolas de mantillo.

Para mantener la plasticidad de la arcilla en condiciones medias, proveer á las constantes necesidades de la alimentación de las plantas en cal y conseguir la fijeza de los abonos y su descomposición, necesita el suelo de 1 a 5 por 100 de caliza, según la riqueza de arcilla.

En cuanto a la dosis de mantillo, está comprendida entre 1'5 y 3 por 100.

Si la tierra no posee este conjunto de propiedades, es necesario *corregirla* todo lo posible por medios apropiados. Se irriga ó se draga, según el suelo sea demasiado seco o demasiado húmedo. Se modifica su constitución para procurarle propiedades fisico-químicas mejor apropiadas a las necesidades de los vegetales; en una palabra, se la enmienda con el auxilio de substancias convenientes. Así, pues, *las enmiendas son correctivos de las propiedades físicas, químicas o fisiológicas del suelo*. Por consiguiente, se distinguen claramente de los abonos, que son *alimentos*.

Sin embargo, en la práctica sucede muy frecuentemente que las enmiendas empleadas, además de su acción principal, ejercen también la de abonos, introduciendo en el suelo uno o varios elementos nutritivos; y del mismo modo que los abonos, no solamente los complejos, como el estiércol, sino los más simples, como el nitrato de sosa, pueden modificar, hasta cierto punto, las propiedades físicas del terreno.

I. — ENMIENDAS CALIZAS

La idea más sencilla que se nos ocurre al explicar los buenos efectos de las enmiendas calizas, es suponer que tienen por objeto restituir a la tierra laborable la cal extraída por las cosechas. Pero comparando las cantidades de cal que incorporan al suelo para enmendarlo, con los pesos de cal que del suelo toman los diversos cultivos, resulta que las enmiendas calizas deben tener otra utilidad. En efecto, mientras que una cosecha anual extrae del suelo de 30 a 120 kilogramos de cal en los cereales, de 50 a 200 en las uvas, de 30 á 150 en las plantas industriales, de 50 a 290 en los prados naturales y artificiales, de 30 a 100 en los cultivos de arbustos, se encalan las tierras a razón de 3,000 a 10,000 kilogramos de cal viva y se las enmarga con el auxilio de 40,000 á 100,000 kilogramos de marga por hectárea. En este último caso, aun admitiendo que la marga contenga el 50 por 100 de carbonato cálcico activo, se esparcen de

11,000 á 28,000 kilogramos de cal efectiva por hectárea.

La desproporción entre el consumo de cal por las cosechas y la restitución por medio de enmiendas, sería inexplicable excepto en determinados y muy particulares terrenos, si no se supiera que la cal, o su derivante la caliza, acciona en los principios constituyentes del suelo y provoca reacciones y propiedades sobre las que creemos conveniente insistir algún tanto.

Acción de la caliza en la arcilla y el mantillo.— El agua que encierra el suelo en contacto directo con la atmósfera absorbe considerable cantidad de ácido carbónico y adquiere la propiedad de formar a expensas de la caliza una disolución de carbonato de cal, cuya riqueza media es de 0'2 gr. por litro. En las tierras arcillosas, esta disolución caliza, en virtud de la propiedad que goza de coagular la arcilla esponjada en el agua (de la propia suerte que la presión coagula la caseína de la leche) influye notablemente en la propiedad de secarse. Por esto se ha dicho que las enmiendas calizas contribuyen a disminuir la tenacidad de las tierras arcillosas.

Lo que hacen es favorecer el rápido desecamiento del suelo, facilitando con ello muchísimo la acción de los aperos de labranza, que la plasticidad de la arcilla esponjada dificulta completamente. Una tierra arcillosa o gredosa, enmendada con carbonato cálcico, es mucho más fácil de trabajar y se adhiere mucho menos a los instrumentos en un mismo grado de humedad, porque el agua, en lugar de estar completamente unida a la arcilla, circula libremente entre las partículas terrosas. En una palabra, la tierra es menos plástica.

Otra consecuencia se desprende de esta acción de la caliza en la arcilla. Al secarse el suelo más de prisa y quedar menos húmedo, se caldea mucho más bajo la acción de los rayos solares, y resulta mucho más precoz y es más sano para el hombre y para los animales.

La disolución de la caliza coagula el ácido húmico del mantillo, combinándolo con la cal. El mantillo ejerce en los suelos una acción análoga a la de la arcilla, aun cuando

constituya un cemento o materia de ligazón menos enérgica. Nunca da a los suelos plasticidad incómoda, y no debemos detenernos en este punto de vista.

Pero no se contrae a esto sólo la acción de la caliza en los suelos, sino que domina todas las propiedades químicas. La arcilla y el mantillo son los principios inmediatos de los suelos que gozan de la importantísima propiedad de fijar en sus partículas, por afinidad capilar, las bases de las sales solubles de los abonos; pero se sabe que esta propiedad sólo se manifiesta con la indispensable condición de que haya elemento calizo. Esto quiere decir que la propiedad del suelo de absorber las bases de las sales fertilizantes de los abonos es el verdadero patrimonio de la arcilla y del mantillo; pero estos principios sólo pueden ejercer su acción fijadora luego de que la caliza en disolución haya reaccionado en la sal que se ha de fijar para transformar su base en carbonato. Del mismo modo, la coexistencia de la arcilla o del mantillo con el calizo en el suelo impide principalmente la filtración del amoníaco y de la potasa arrastrados por las lluvias desde las capas superiores a las inferiores.

Si consideramos particularmente el mantillo, veremos que la acción de la caliza en las tierras laborables es de primordial importancia desde el punto de vista de la alimentación nitrogenada de las plantas. En efecto, las plantas pueden absorber el nitrógeno *directamente* por sus raíces, con la única condición de que esté en forma nítrica o algunas veces en forma amoniacal o amidada. Tan sólo las leguminosas pueden absorber el nitrógeno atmosférico por mediación de los bacilos que viven asociados a sus raíces, en las que producen tubérculos característicos.

Las reservas nitrogenadas del suelo que forman parte del mantillo y, por consiguiente, están formadas de sustancias orgánicas cuaternarias, permanecerían inertes e inútiles para la vegetación de la mayoría de las plantas de cultivo, a no ser por la nitrificación. Por lo tanto, este fenómeno, tan importante para nosotros, sólo puede efectuarse a condición expresa de que los suelos estén provistos de carbonato de cal. En efecto, el fermento nítrico no puede vivir sin cal car-

bonatada que le proporciona el necesario ácido carbónico y neutraliza el ácido nítrico que segrega el fermento. Nunca hay nitratos en las tierras ácidas o no calizas. Las plantas sólo pueden encontrar en ellas combinaciones amoniacaes o amidadas, y aun en pequeñas cantidades, puesto que no las puede retener un suelo que carece de poder absorbente. También la producción es en estos suelos muy mezquina y aleatoria. La función del carbonato cálcico en este caso es sumamente importante, pues permite la utilización progresiva de las reservas nitrogenadas acumuladas en la tierra, cuya potencia productiva modifica del todo.

El resultado final de estas acciones físicas, químicas y fisiológicas es la transformación de las tierras de centeno en tierras de trigo y prados artificiales, es decir, el tránsito del cultivo extensivo y pobre al cultivo intensivo y de grandes rendimientos.

Acción de la caliza en el ácido fosfórico contenido en el suelo.—Vemos más adelante que los fosfatos solubles pasan rápidamente en el suelo al estado de fosfatos insolubles de cal, hierro y alúmina, y que con motivo de esta reacción jamás se verán los suelos empobrecidos de ácido fosfórico por la acción de las aguas que los cuelean. Así, pues, el carbonato cálcico es un elemento conservador del ácido fosfórico. Pero además desempeña otra importante función secundaria. La caliza superabundante tiene la propiedad de reaccionar sobre los fosfatos de hierro y de alúmina y de hacerlos solubles en el agua cargada de ácido carbónico. Esta reacción lenta y progresiva influye notablemente en la diseminación del ácido fosfórico por el espesor del suelo y en su asimilación por las raíces de las plantas. Del mismo modo un exceso de caliza solubiliza los fosfatos insolubles del suelo, mientras que un exceso de sesquióxido de hierro precipita los fosfatos disueltos por el agua cargada de ácido carbónico. Estas dos acciones inversas se efectúan sucesiva o exclusivamente, según la cantidad de caliza y de sesquióxido. La influencia recíproca de estas substancias explica en parte la utilidad de suministrar al suelo por medio de enmiendas gran cantidad de carbonato de cal para

contrarrestar la proporción de los óxidos de hierro y de aluminio, con objeto de facilitar la solubilidad y la diseminación de los fosfatos. La parte de estos fosfatos que escapa á las raíces reacciona nuevamente con los sesquióxidos de las capas inferiores y queda otra vez fija.

Suelos ácidos.—Los suelos pantanosos o turbosos, los prados húmedos y desmontes recientes contienen con frecuencia considerable cantidad de ácidos libres que los invalidan para la vegetación de las plantas agrícolas. Los principales son los ácidos acético, carbónico, tánico y húmico. Generalmente se los neutraliza con carbonato cálcico, aunque en el tanino y ácido carbónico la cal sólo permite la saturación. En todo caso, por el encalado o el enmargado se transforman los suelos ácidos en dulces y se les proporciona el necesario elemento calizo. La cal esparcida por los prados húmedos mata los juncos, escorzoneras, tifáceas, etc.

Acción especial de la cal cáustica.—La cal cáustica, viva o apagada, reacciona sobre las materias orgánicas del suelo y sobre los silicatos. Asociada a materias orgánicas vegetales o animales, esta enmienda alcalino-térrea determina rápidamente su conversión en mantillo. Por otra parte, los experimentos de Boussingault han demostrado que la cal añadida al suelo reacciona sobre las materias orgánicas nitrogenadas y engendra determinada cantidad de amoníaco, es decir, de nitrógeno inmediatamente asimilable por los vegetales, como resulta de las hermosas investigaciones de Müntz.

A esta doble acción desorganizadora de la cal se debe que produzca tan poderosos efectos en los terrenos recientemente roturados.

Además, la cal acelera la disgregación de los silicatos alcalinos diseminados por el suelo en forma de arcilla y arenas micáceas o feldespáticas. La sílice queda libre en forma gelatinosa y soluble en el agua, y la potasa queda también en libertad y fácilmente absorbible por las raíces.

Conviene advertir que la cal no conserva por mucho tiempo su causticidad en el espesor de la capa laborable, pues muy luego se combina con el ácido carbónico, tan abundante

en el aire encerrado en el suelo y proporciona carbonato cálcico de considerable sutileza, cuya enérgica y rápida acción es proporcional a su tenuidad. Esta rápida carbonatación de la cal resulta generalmente provechosa, pues la causticidad cálcica paraliza la nitrificación, y si no la compensara la formación de amoníaco, se dejaría sentir muy tardíamente el buen efecto del encalado.

Conclusiones. — Podemos resumir lo dicho hasta ahora en las siguientes proposiciones:

1.º La caliza es el agente indispensable a la manifestación de las principales propiedades químicas de los suelos: poder absorbente, nitrificación, humificación de las materias orgánicas, etc.

2.º La caliza disminuye notablemente la plasticidad de las tierras arcillosas y su tenacidad. Facilita el deslizamiento de las aguas, aumenta el caldeamiento del suelo y la evaporación.

3.º Por último, la caliza proporciona a las plantas la cal indispensable á su nutrición.

Cantidad de caliza indispensable en los suelos. — Para terminar estas generalidades, antes de pasar al estudio de las diferentes enmiendas calizas, falta decir algo sobre la cantidad de caliza indispensable en un suelo para que posea la plenitud de sus naturales facultades productivas.

Cuando se reflexiona sobre la multiplicidad de las acciones de la caliza, forzosamente hemos de separarnos de la opinión de Puvis y Mazure, que admitían y han hecho admitir que las enmiendas calizas son provechosas a todas las tierras que contengan menos de 3 por 100 según Puvis, o de 5 a 10 por 100 según Mazure, de carbonato cálcico. Estas opiniones son demasiado absolutas, pues la observación enseña que mientras las tierras fuertemente arcillosas no son algunas veces lo bastante calizas con el 5 por 100 de carbonato cálcico, las tierras ligeras son suficientemente calizas con sólo el 1 por 100. Lo cierto es que la dosis necesaria de carbonato de cal depende esencialmente de la constitución del suelo, de los defectos resultantes y de su intensidad. Cuanto más arcillosa es la tierra, más cantidad de caliza

necesita para coagular la arcilla; cuantas más materias orgánicas ácidas contenga, más necesidad tiene de cal para saturarlas.

Cuando por el estudio físico-químico del suelo determinamos la cantidad absoluta de caliza que debe contener, es fácil señalar la dosis de carbonato cálcico que debe emplearse útilmente para enmendarlo. Llamemos C la riqueza del suelo en carbonato cálcico; G la riqueza que el suelo debería tener de este elemento, relacionada á 1 kilogramo de tierra normal seca. La diferencia $G - C$ representa la cantidad de caliza que se ha de proporcionar por unidad de peso. Y si P representa el peso de la capa laborable, será preciso proporcionar por hectárea

$$P (G - C)$$

de carbonato cálcico puro para obtener buen resultado. Este carbonato cálcico lo proporcionarán la marga, la cal u otras sustancias calizas, y se concibe que la calidad de la enmienda influirá considerablemente en el peso bruto de la que se ha de emplear por hectárea.

La marga

Se designan con el nombre de *marga* todas las mezclas naturales de arcilla y caliza que dan efervescencia con los ácidos y se disgregan por la acción combinada del aire y de la humedad.

La marga aparece a profundidades muy variables, según la constitución geológica del terreno. En Eure-et-Loir, por ejemplo, excavando suficientemente, se la encuentra por todas partes, pero no siempre puede aprovecharse económicamente.

Cuando la marga se encuentra cerca de la superficie del suelo, la índole de la vegetación natural indica su presencia, pues se desarrollan abundantemente las fárfaras, gatuña, salvia, zarzas, cardos, escrofularias, etc.

Las proporciones de caliza, arcilla y arena que componen la marga son muy variables. También las margas difieren

mucho entre sí en aspecto y calidad. La marga es tanto más dura y blanca cuanto más rica es en carbonato cálcico, y por consiguiente se disgrega más lentamente. Las mejores son las que contienen de 60 á 70 por 100 de caliza.

Pueden clasificarse las margas en cuatro variedades principales: *silíceas*, *arcillosas*, *calcáreas* y *magnésicas*.

Estas variedades contienen materias extrañas asociadas al carbonato cálcico, con propiedades diferentes, y por lo tanto su ventajoso empleo requiere discernimiento según el terreno.

La *marga calcárea*, más rica y activa que las otras variedades, es también más dura y blanca. Se disgrega en el agua más fácilmente que la arcillosa. Su efervescencia en los ácidos es viva y prolongada. Deja solamente un leve residuo terroso insoluble. Calentada al rojo durante una hora, a lo menos, y enfriada después naturalmente, se disgrega, y al mojarla con agua se calienta y cunde. Las margas calcáreas contienen por lo menos un 50 por 100 de carbonato cálcico. Convienen especialmente en los suelos arcillosos, húmiferos y húmedos. Son menos ventajosas en los suelos arenosos, secos y ligeros.

A esta categoría pertenecen la mayoría de los yacimientos margosos del Eure-et-Loir. En nuestras margas hemos encontrado las siguientes cantidades de caliza:

Marga de Chartres (creta de silex)	93·7	por 100
Marga de Nogent-le-Rotrou (Perche)	91·9	—
Caliza pulverulenta de Granville-Gaudreville (caliza de Beauce)	92·6	—
Margas de Beauce	81·7 á 93	—
Marga de Thiron (Perche)	74·9	—
Marga de Trizay (Perche)	80·3	—

Según diversos autores, se encuentran en las margas las siguientes dosis de carbonato de cal:

Margas gredosas	69 á 93	por 100
Marga del neocomiano	59·7	—
Marga terciaria	97·3	—
Marga de caliza ordinaria	92·6	—

La *marga arcillosa* es menos rica en caliza que la anterior. Contiene del 10 al 50 por 100 de carbonato cálcico y el resto está constituido por una greda consistente. Su color es más o menos obscuro. Es bastante compacta y muy poco disgregable. Se diluye menos rápidamente en agua que las otras, y forma pasta más duradera. Las margas arcillosas de 30 a 40 por 100 de caliza son muy convenientes a las tierras arenosas y secas, pues les comunican, además de las propiedades engendradas por la caliza, las derivadas de la arcilla. Cuando las margas arcillosas contienen menos de 30 por 100 de caliza, es preciso emplear por hectárea una dosis muy considerable, y el enmargado resulta muy costoso.

Hemos encontrado en una marga de Thiron:

Caliza	43·65 por 100
Arena	33·44 —
Arcilla (método Schlösing).	10·91 —
Agua	12 —

En las margas arcillosas del cenomaniano se encuentra con frecuencia de 25 á 30 de carbonato cálcico y de 50 a 60 de greda.

La *marga arenosa* contiene del 10 al 50 por 100 de carbonato cálcico y el resto está constituido por arena poco arcillosa. Es, por lo general, grisácea y disgregable. Se diluye muy fácilmente en el agua, sin formar pasta. Es la marga menos apreciada. Sin embargo, conviene a las tierras fuertes, arcillosas y húmedas. Por economía, debe evitarse el empleo de las que contengan menos de 30 á 40 por 100 de caliza.

Por último, las *margas magnésicas* contienen carbonato magnésico en proporción que varía ordinariamente de 5 a 30 por 100. Son bastante comunes en Inglaterra, pero raras en Francia. He aquí la composición de una de estas margas:

Agua	3·8 por 100
Arcilla	4·6 —
Carbonato cálcico.	58 —
Carbonato magnésico	33·6 —

Valor relativo de las margas. — La marga obra principalmente por la caliza que contiene; y es, por lo tanto, importante determinar la dosis para apreciar el valor agrícola de una marga. Pero la proporción total de carbonato cálcico de las margas no daría de por sí idea exacta de su valor, pues no basta que una marga sea más o menos rica en carbonato cálcico, sino que es preciso también que se disgregue con facilidad y lo más completamente posible por las acciones meteorológicas. En muchas margas se encuentran riñones calizos que resisten enérgicamente a la disgregación y no influyen, por consiguiente, en las propiedades de las tierras. Se concibe que cuantos más riñones contenga una marga en una misma riqueza de caliza, menor será su valor agrícola.

A. de Gasparin, al observar el muy diferente efecto de dos margas del departamento del Gers, comprobó que desleídas en agua, dejaba una 87.5 por 100 de riñones calizos indisgregables, mientras que la otra, en poco tiempo, se resolvía en un polvo homogéneo. Estas dos margas daban poco después tanto carbonato cálcico una como otra, y sin embargo la práctica demostraba que eran necesarios doscientos carros de la primera para producir los mismos efectos que veinticinco de la segunda, porque la primera contenía 7,8 de partes inactivas. La caliza activa de una marga es la que en realidad se sutiliza y disgrega. Cuanta más tiene, más rápida es su acción.

En el estudio comparado de las margas debe examinarse atentamente en qué proporción se disgregan en el agua, y después cuál es la tenuidad proporcional de la caliza disgregada.

Se consideran como riñones calizos todas las partes que después de un desmenuzamiento prolongado en el agua no pasan por un tamiz de latón de 10 hilos por centímetro. Estos riñones sólo tienen una acción insignificante. Su diámetro mínimo es de 1 mm, y por término medio de 5 mm.

La parte disgregada de la marga se somete acto continuo á la levigación para separar el polvillo impalpable de la caliza arenosa. La levigación deberá practicarse según las

reglas establecidas por Paul de Gasparin. En estas condiciones se puede admitir que la parte arenosa tiene un diámetro de 0'250 mm. y la parte impalpable un diámetro de 0'005 mm.

La caliza reacciona en el suelo después de disuelta en el agua cargada de ácido carbónico que circula por los intersticios de la tierra, comprendiéndose que la actividad del carbonato cálcico será tanto mayor cuanto más fácil sea su solubilidad. Según esto, los líquidos atacan a los sólidos por el contacto de las superficies; y en un peso dado de estos últimos, las superficies de ataque son tanto mayores cuanto menor es el diámetro de los granos. En realidad, la solubilidad aumenta en razón inversa del cuadrado de los diámetros, de manera que los datos de solubilidad relativa son:

$$\text{En riñones calizos . . . } \frac{1}{(5)^2} = 0\cdot040$$

$$\text{En la caliza arenosa . . . } \frac{1}{(0\cdot35)^2} = 0\cdot816$$

$$\text{En la caliza impalpable . } \frac{1}{(0\cdot005)^2} = 40.000,000$$

Lo que significa que, á igual peso, la caliza impalpable es 50,000 veces más activa que la arena caliza y un millón de veces más eficaz que los riñones calizos.

Así, pues, el valor relativo de las margas depende casi exclusivamente de la proporción de caliza impalpable que puedan suministrar.

Empleo de la marga. — Determinada la naturaleza y calidad de la marga y conocido perfectamente el estado de la tierra que se quiere mejorar, se procede al enmargado, comenzando por tratar el suelo de modo que se pueda desaguar fácilmente y desembarazar de todo exceso de humedad, por medio del saneamiento o el dragado si es necesario, o simplemente desfondando con el arado el subsuelo, en los casos ordinarios. Después se elige un tiempo seco o de helada para transportar la marga al campo, con objeto de que las patadas de las caballerías y las ruedas de los vehículos

no estropeen el suelo. Se deposita la enmienda en un ángulo del campo para que se disgregue, y distribuirla en cuanto el tiempo lo consienta. Entonces se reparte la marga en pequeños montones iguales, llamados *marjarones*, dispuestos en líneas paralelas a siete u ocho metros unos de otros en todas direcciones.

El otoño es la época más favorable para distribuir la marga. Es preciso adelantar tanto más esta época cuanto más tarde la marga en disgregarse. Se dejan los montículos expuestos durante algún tiempo a la acción del aire, del sol y de la humedad de la noche, esparciéndose la marga por toda la superficie del campo cuando esté bien desmenuzada.

Se la acaba de pulverizar y dispersar por medio del rastro y el rodillo. Con el extirpador se la mezcla con la capa superficial del suelo, y acto seguido se practica una labor de invierno, cuando el tiempo es favorable, y se siembra después en primavera.

En otras circunstancias, al comenzar el invierno se esparce la marga por la tierra en barbecho, dejando que se disgregue durante toda esta estación, y no se hace la siembra hasta el otoño siguiente.

En las tierras labradas, se esparce la marga sólo en las alfalfas, esparcetas y barbechos, con objeto de dejarla al menos dos meses en montículos antes de esparcirla.

Los ingleses mezclan la marga con capas alternadas de estiércol, césped o mantillo, y dejan el montículo hasta que la marga esté bien disgregada, recortándola entonces con objeto de favorecer la mezcla de todas las partes, y la conducen a los campos para esparcirla antes de la última labor de siembra. Este método es bueno cuando la marga se desmenuza fácilmente y se quiere economizarla. Entonces su acción es menos duradera, aunque obra más rápidamente y en más pequeña dosis.

En Normandía y otras partes, se llenan de marga los pisos de los corrales y los fosos de los estercoleros y se coloca una capa sobre el suelo de las caballerizas, establos y corrales, en donde, impregnada de orines y demás líquidos estercolares, se convierte en un verdadero abono.

Nada tan variable como la dosis de marga empleada por hectárea según las regiones, la riqueza en caliza de esta enmienda, la naturaleza de los suelos y la profundidad de las labores.

He aquí algunos ejemplos:

Localidades.	Cantidad por hectárea. Metros cúb.	Periodicidad. Años.
Yvetot	38 a 40	20 a 40
Ruán	30 a 70	15 a 24
Neufchâtel	25 a 70	15 a 18
El Havre	20 a 40	25 a 30
Dieppe	36 a 90	12 a 30
Vexin	200 a 400	15 a 18
Lisieux	25 a 28	15
Pont-l'Évêque	75 a 85	25
Sarthe	5 a 17	25
Brie	10 a 25	25
Meseta de Puysaie (Yonne)	100	25
Norte	10 a 49	9 a 15
Delfinado	100 a 120	25
Paso de Calais (Montreuil).	20 a 25	20
Sologne	8 a 10	10

Se puede afirmar que se enmarga demasiado en Normandía y en el Delfinado. Los empleos son más racionales en el Norte.

Hemos visto que la dosis de caliza necesaria en los suelos ligeros es aproximadamente el 1 por 100, que se eleva al 3 por 100 en las tierras consistentes y algunas veces alcanza el 5 por 100 en las muy fuertes. Así, pues, si se quiere enmargar un suelo completamente desprovisto de caliza cuyo metro cúbico pese 1,200 kilogramos, será preciso emplear, según la profundidad de la labor, los siguientes pesos de caliza activa:

Profundidad de la labor. Centímetros.	Tierras ligeras. Kilogramos.	Tierras medianas. Kilogramos.	Tierras fuertes. Kilogramos.
10	12'000	36'000	60'000
20	24'000	72'000	120'000
30	36'000	108'000	180'000

Pesando ordinariamente 1,500 kilogramos el metro cúbico de marga, y dosificando por término medio una marga caliza 80 por 100 de carbonato de cal, las cantidades anteriores corresponden, en metros cúbicos por hectárea, a:

Profundidad de la labor. Centímetros.	Tierras ligeras. Metros cúb.	Tierras fuertes. Metros cúb.	Tierras muy fuertes. Metros cúb.
10	10	30	50
20	20	60	100
30	30	90	150

Necesidad de la renovación de los enmargados. —

La experiencia demuestra que al cabo de cierto número de años se desvanecen los efectos del primer enmargado. La duración del período depende de la cantidad de marga empleada, de su riqueza en caliza activa y de la naturaleza del suelo. Es evidente que si el suelo pierde de esta manera y poco a poco las nuevas cualidades comunicadas por la marga, es porque ésta desaparece también poco a poco de la tierra, y entonces el suelo queda demasiado pobre en caliza para gozar de las propiedades físicas y químicas necesarias a una buena producción agrícola. ¿Cuáles son, pues, las causas que substraen de la tierra el principio activo de la marga, el carbonato cálcico?

En primer lugar, tenemos la absorción de la cal por las cosechas, variable según las plantas cultivadas y los rendimientos obtenidos. Al principio de este estudio hemos dedicado ya algunas palabras a la extracción anticipada de la cal, que cabe apreciar aproximadamente y por hectárea en 20 kilogramos de cal o en 36 kilogramos de caliza activa en los cereales; en 144 kilogramos de cal ó 258 kilogramos de caliza en los prados artificiales, y en 125 kilogramos de cal o 223 kilogramos de carbonato de cal en las raíces.

En un departamento de Francia se cultivaron de 1882 a 1890, ambos inclusive, en las proporciones siguientes, las categorías de plantas anteriormente citadas:

Cereales	60	por 100
Prados artificiales.	21	—
Raíces	2'5	—
Barbechos, etc.	16'5	—

La hectárea media de tierra ha debido suministrar anualmente a la exportación cosechas por término medio de:

En 60 áreas de cereales	12	kilogramos
En 21 áreas de prados artificiales	30'5	—
En 2 áreas y media de raíces.	3'1	—
Total	45'6	kilogramos

Estos 45'6 kilogramos de cal absorbidos por las plantas corresponden a 82 kilogramos de caliza activa. La pérdida de este elemento no es, como puede verse, muy considerable; pero existen otras varias causas más importantes de pérdida, que vamos a examinar, y cuyos resultados procuraremos evidenciar representándolos en cifras aproximadas.

La más general de estas causas de desperdicio del elemento cálcico es su solubilidad en el agua cargada de ácido carbónico.

El carbonato de cal es muy poco soluble en el agua que no contiene ácido carbónico en disolución. Un litro de agua privada de este gas puede disolver solamente 13 miligramos á la temperatura de 16 grados centígrados, y 15 miligramos á 45 grados. Pero no ocurre lo mismo cuando el agua está aireada y puede formar entonces bicarbonato cálcico con el ácido carbónico tomado del aire.

Las aguas naturales que fluyen por las regiones calcáreas dejan por ebullición un sedimento de carbonato cálcico, porque el calor destruye el bicarbonato apoderándose del ácido carbónico, a cuyas expensas se disolvía la caliza.

La cantidad de caliza que puede disolver el agua aumenta al mismo tiempo que la cantidad de ácido carbónico. Los resultados señalados más abajo lo demuestran claramente. Estos datos se han obtenido haciendo burbujear en agua que contenía caliza en polvo, corrientes de aire más o menos cargado de ácido carbónico:

Riqueza del aire en ácido carbónico.	Caliza disuelta por litro a 16°
5 por 10,000	61'5 mg.
8 —	72 —
33 —	124 —
138 —	210 —
280 —	283 —
500 —	347 —
984 —	1,073 —

Vemos, pues, que son suficientes muy pequeñas cantidades de ácido carbónico en el aire para disolver en el agua importantes cantidades de caliza.

Las investigaciones de Boussingault enseñan que el aire contenido en la tierra laborable encierra por término medio una centésima de su volumen (100 por 10,000) de ácido carbónico. ¿Cuál es la cantidad de caliza por hectárea que a la temperatura ordinaria puede disolver el agua del suelo en presencia de esta atmósfera reducida? Admitamos una profundidad de suelo activo de 30 centímetros, y tendremos de este modo un volumen de tierra de 3,000 metros cúbicos. El peso del metro cúbico del suelo apilado en el mismo terreno puede elevarse aproximadamente á 1,500 kilogramos, y el peso de tierra alcanzará por hectárea 4,500 toneladas. Si suponemos que la tierra contiene por término medio 16 por ciento de agua, lo que no está lejos de la verdad, comprobaremos la existencia de 720 metros cúbicos de líquido por hectárea. Según esto, en presencia de una atmósfera que contenga una centésima volumétrica de ácido carbónico, un litro de agua disolverá 0'2 gr. de caliza. El agua encerrada en el suelo podrá, pues, disolver 140 kilogramos. Esta disolución caliza obra eficazmente, como lo hemos demostrado, sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. Mas esta disolución no permanece indefinidamente en la tierra, pues el agua pluvial la renueva, arrastrándola al subsuelo. Las aguas de manantiales profundos son siempre muy ricas en carbonato cálcico en los terrenos calcáreos. El agua de la fuente de Saint-André, en Chartres, es un notable ejemplo.

Cada vez que se renueva el agua embebida en el suelo, se disuelve una cantidad proporcional de caliza. Si en un

año el pluviómetro señala 60 centímetros, y, como generalmente se ha reconocido, un tercio aproximadamente atraviesa el suelo para llegar al subsuelo y de éste á los manantiales, una hectárea de superficie estará atravesada cada año por 2,000 metros cúbicos de agua, y la solución caliza se renovará íntegramente cerca de tres veces. La pérdida de caliza se elevará entonces a 400 kilogramos por año.

Esta solubilidad de la caliza en el agua es suficiente para explicar la formación en la superficie de los depósitos calcáreos, de una capa de tierra laborable constituida por el conjunto de impurezas de la roca calcárea.

Otra de las causas de arrastre de la caliza por las aguas que atraviésan el suelo es la nitrificación de los abonos nitrogenados y del mantillo. El ácido nítrico engendrado en este importante fenómeno se combina siempre con la cal para formar el cuerpo, extremadamente soluble y nutritivo, llamado *nitrate cálcico*. La cantidad de cal arrastrada de este modo en los subsuelos es aproximadamente de 50 a 90 kilogramos, que corresponde a 90 y 162 kilogramos de caliza fina.

El nitrato sódico dado al suelo como abono favorece igualmente la pérdida de la cal del suelo.

Los abonos potásicos en forma de sulfato o de cloruro, lo mismo que el sulfato amónico, ocasionan, en consecuencia, una pérdida proporcional de caliza, pues estos abonos reaccionan con el carbonato cálcico, formando sulfato y cloruro cálcicos, fácilmente arrastrados por las aguas de infiltración, y carbonatos potásico y amónico, que el suelo retiene. De esta manera, un abono de 100 kilogramos de sulfato amónico hace perder al suelo 76 kilogramos de caliza con 22 kilogramos de cal. Lo mismo ocurrirá con un abono de cloruro o sulfato potásico.

Todas estas causas reunidas hacen que la pérdida de caliza del suelo alcance anualmente cierta importancia. Así, pues, para resumir lo anteriormente dicho, la pérdida es aproximadamente de:

En la nutrición vegetal.	82 kg.
Pérdidas en estado de bicarbonato	400 —
Pérdidas en estado de nitrato	126 —
Pérdidas en estado de sulfatos y cloruros	76 —
Total	684 kg.

El consumo mínimo de caliza activa es, pues, de 600 a 700 kilogramos por año y por hectárea. Si se enmarga por 20 años, la pérdida total alcanzaría á 14,000 kilogramos de caliza pulverulenta. Admitiendo que el peso del metro cúbico es de 1,400 kilogramos y que la marga dosifica el 52 por 100 de caliza impalpable, como lo hemos comprobado en la marga de Trizay, rica en 80 por 100 de caliza total, esta pérdida de 14,000 kilogramos corresponde a 20 metros cúbicos de marga.

Desde luego se comprende fácilmente que es indispensable repetir los enmargados con tanta más frecuencia cuanto más pequeña sea la dosis de caliza activa. Esta demostración que acabamos de hacer referente a la marga se aplica exactamente a todas las demás enmiendas calcáreas.

Espumas de defecación de las refinerías de azúcar

En las fábricas de azúcar de remolacha, y también, aunque en menor cantidad, en las de caña de azúcar, se ha recurrido al empleo de la cal para purificar el jugo extraído de estos vegetales sacarinos, sea por presión, sea por difusión. La adición de cal tiene por objeto separar por precipitación las materias orgánicas que entorpecerían la cristalización del azúcar contenido en el jugo o en el guarapo.

Cuando ha terminado la defecación se extrae el exceso de cal empleada saturando el líquido con una corriente de ácido carbónico, que precipita la cal en estado de carbonato insoluble, pues se opera en ebullición, y el gas carbónico no puede desde entonces volver a disolver en parte la caliza precipitada, puesto que ésta no permanece en disolución en el jugo.

El jugo defecado y mezclado se deja posar en grandes depósitos; el líquido claro se decanta, y los cienos, reunidos en el fondo, se conducen a los filtros-prensas, que extraen todo el jugo. En estos últimos aparatos se retiran grandes tortas de caliza, que, amontonadas en pilas enormes en las puertas de las fábricas, han recibido el nombre de *espumas de defecación* o *espumas de fábricas de azúcar* y también el de *cienos de carbonatación*.

Estos residuos calizos constituyen una excelente enmienda, que puede con frecuencia substituir ventajosamente a la marga. He aquí, según Wolf, Pagnoul y nosotros, la composición de estos residuos:

	Pagnoul	Wolf	Garola	
Agua	40·2	43·3	45·000	p. 100
Carbonato cálcico impalpable	38·7	38·0	43·980	—
Materias orgánicas	20·1	17·2	10·509	—
Acido fosfórico	0·6	1·0	0·156	—
Potasa	»	»	0·105	—
Magnesia	»	»	0·178	—
Nitrógeno	0·4	0·5	0·072	—

En la tercera columna damos la composición de las espumas de defecación de la refinería de Voves. Además del carbonato cálcico impalpable que contienen, se ha encontrado también un poco de magnesia, potasa, ácido fosfórico y nitrógeno.

Creemos que su empleo puede recomendarse para el enmargado de tierras necesitadas de él, en las comarcas en que escasean las margas y en las del radio de las fábricas. Como quiera que en las defecaciones todo el carbonato cálcico se produce por precipitación química, es sumamente fino, y por consiguiente tiene una acción muy rápida sobre las propiedades de la tierra.

Si consideramos la marga de Trizay como punto de comparación, vemos que dosifica 80 por 100 de caliza total, pero que ésta sólo contiene el 65 por 100 de impalpable. La dosis de esta marga, una vez disgregada, es de 52 por 100 de caliza activa. El metro cúbico de esta marga pesa 1,400 kilogramos y cuesta 2·50 francos puesta en plaza. Como el

metro cúbico contiene 728 kilogramos de caliza activa, la tonelada de esta última resulta en realidad a 3'57 francos.

Las espumas de defecación cuestan en plaza 1 franco los 1,000 kilogramos; pero contienen principios fertilizantes propiamente dichos que es necesario tener en cuenta, o sea:

0'72 kg. de nitrógeno a 1 franco el kg.	0'72 fr.
1'36 kg. de ácido fosfórico a 0'25 fr.	0'39 —
1'05 kg. de potasa a 0'30 fr.	0'30 —
Magnesia, materias orgánicas.	»
Total	1'41 fr.

Por lo tanto, en las fábricas de azúcar las espumas proporcionan gratuitamente el carbonato cálcico, resultando que en la gran mayoría de los casos el cultivador debe preferir estos residuos.

Para reemplazar 1 metro cúbico de marga de Trizay será necesario emplear como máximo 17 hectolitros de defecaciones, cuyo metro cúbico pesa alrededor de 1,000 kilogramos. Así, pues, se substituirán los 20 metros cúbicos de marga ordinariamente empleados por 24 metros cúbicos o toneladas de defecaciones. Pero debe hacerse aquí una importante observación, que se desprende del estado particular de la caliza en las espumas: que como precipitado químico, goza de un máximo de acción posible, mientras que la marga, más o menos tardía en disgregarse para pasar al estado impalpable, está relativamente dotada de una acción lenta. Nos parece, pues, preferible y más económico recurrir solamente a dosis más pequeñas de defecación, pero teniendo cuidado de renovarlas con más frecuencia. En vez de enmargar a razón de 20 metros cúbicos para 15 años, o substituir esta enmienda por el mismo número de años con 34,000 kilogramos de espumas, se incorporan al suelo cada 5 años de 10,000 a 12,000 kilogramos de espumas. De este modo se obtendrá una economía del interés y de la amortización durante siete años y medio en los gastos de la operación.

Margas conchíferas

Las margas conchíferas son aglomerados de arenas gruesas y conchas marinas, en los que se encuentran también algunas veces osamentas fósiles. Raramente se hallan las conchas enteras, y la mezcla está casi siempre cementada por la caliza hasta el extremo de formar témpanos bastante compactos para emplearlos como piedras de construcción. Lo más frecuente es que estén bien dotados y sean disgregables, de color blanco o amarillento. Constituyen depósitos marinos de la época terciaria, y ordinariamente descansan sobre arcilla de silix y caliza lacustre. Más raramente se los encuentra en las pizarras o en los terrenos primitivos. Los yacimientos franceses más importantes los describe Risler del siguiente modo:

«Por la orilla derecha del Cher, en el límite de la Sologne, se extiende una gran marga conchífera en los alrededores de Contres hasta Thenay y Pontlevoy. Al sur del Indre-et-Loire, las margas conchíferas de Louans, Mantellan y Bossée son muy conocidas y han proporcionado desde largo tiempo enmiendas á las tierras arcillosas y pobres en cal que las rodean.

»En la orilla derecha del Loire, el yacimiento más oriental de margas conchíferas es el de Villebaron, al norte de Blois; después existen en gran número y de mayor consideración al noroeste de Tours, cerca de Cléré, Savigné, Courcelles, Saint-Laurent-de-Lin, Semblançay, etc.

»En el departamento del Maine-et-Loire se encuentran igualmente un gran número de margas conchíferas por pequeñas cuencas, que rellenan las depresiones del suelo, tan pronto en las calizas lacustres (Noyant, Chavagnes, Bouton, etc., distrito de Segré) como en las pizarras silúricas entre Pouancé y Craon (distrito de Segré). Las más numerosas se encuentran en la orilla izquierda del Loira, en el distrito de Saumur, en los alrededores de Doué.

»La mayor marga conchífera del departamento de Ille-et-Vilaine es la de la Chausserie, en la cuenca de Rennes. En

el mismo departamento existen las de Saint-Grégoire, Gahard, Archentré, etc. En el Loira Inferior se encuentran en bastante número en las cercanías de Aigrefeuille y de Vieille-vigne. En la Vendée, en Challons, la Sénardière y la Gario-pierre.»

Se encuentran igualmente margas conchíferas en Seine-et-Oise, en Grignon; en Eure-et-Loire, en Saint-Prest, aunque en yacimientos poco importantes. Por último, existen en las Landes, en Dax y en la Gironda.

Estos aglomerados solamente contienen carbonato cálcico como elemento útil. La dosis de ácido fosfórico o de potasa es insignificante. He aquí la riqueza en caliza de un determinado número de yacimientos:

Manthelan	38'87 por 100
Bossée	66'56 —
Ferrières-Larçon	55'19 —
Pauvre lait	53'43 —
Savigné	75'78 —
Cléons	71'20 —
Saucats (Gironda).	70'50 —
Grignon	66'00 —

Se emplean de la misma manera que las margas. En Turrena se esparcen cerca de 60 metros cúbicos por hectárea, y su efecto dura 25 años. En las tierras muy fuertes se aumenta esta dosis; pero en las tierras ligeras es preferible no esparcir más de 10 metros cúbicos y renovar la operación cada cinco ó seis años.

En Inglaterra, donde se las conoce con el nombre de *crag*, se emplean a la dosis de 10 metros cúbicos cada cinco años.

Arenas cenagosas

Son una clase de arena gris o blanca amarillenta que se halla en las bahías o en las ensenadas, en la desembocadura de los ríos. Sin embargo, no es un depósito fluvial, sino una producción marina. Se la encuentra sobre todo en las costas bretona y normanda del litoral de la Mancha, y muy especialmente en la bahía del monte de Saint-Michel y en la en-

senada de Moidrey. Damos a continuación el contenido de diversas arenas cenagosas en carbonato cálcico:

Saint-Malo	25'23	por 100
Moidrey	39'25	—
Avranches	40'26	—
Mont-Martin-sur-Mer	45'45	—
Pont de la Roque	41'45	—
Lessay	52'12	—
Cherburgo	24'25	—
Brevands	23'45	—
Isigny	27'80	—
Sallenelle	40'20	—
Pontorson	45'60	—
Pont-la-Mogue	59'00	—

Se ve que esta enmienda es de composición muy variable y que ocurre lo mismo con su valor agrícola. Además de carbonato cálcico, contiene un poco de ácido fosfórico, desde indicios hasta el 1 por 100. Contiene también un poco de nitrógeno, en dosis que no pasa de una milésima.

El peso del metro cúbico varía de 1,000 á 1,400 kilogramos. La más ligera es la más apreciada, pues contiene mayor cantidad de caliza.

Antes de emplearla se la expone al aire y a la lluvia durante dos meses por lo menos. De esta manera se disgrega y pierde la sal marina de que está impregnada. Su volumen aumenta entonces de 8 a 10 por 100. Se la emplea pura, como la marga, o bien en mixturas.

Las cantidades empleadas varían según la calidad de los depósitos. Se esparcen aproximadamente 10 metros cúbicos por hectárea de las de muy buena calidad, como la de Moidrey. Si son ordinarias, se esparcen hasta 20 metros cúbicos, y de 40 a 100 metros cúbicos si son de inferior calidad.

Su acción dura de cuatro a cinco años. Los cultivadores van a buscarla desde 20 a 35 kilómetros del interior, y su comercio es muy importante.

Arena conchifera

Es una arena marina bastante gruesa, entremezclada con residuos de conchas. Se la recoge en las playas del Finistère, en la rada de Brest y en la de Roscoff, etc.

Su riqueza en caliza es muy variable, como lo demuestra la siguiente tabla:

Rada de Brest.	70 por 100
Douarnenez	45 —
Le Conquet	27 —
Morlaix.	65 —
Río de Pont-Acen	70 —
Dunas de Trésire	31 —
Ensenada de Dinan.	64 —
Roscoff	69 —
Paimpol.	41 —
Saint-Brieuc.	31 —
Inglaterra.	14 a 80 —

Esta arena contiene escasamente 1 por 100 de ácido fosfórico. Su valor depende únicamente de su riqueza en carbonato cálcico. Se emplea, como la cenagosa, después de exponerla al aire durante algún tiempo. Sin embargo, por lo menos tenue, es menos eficaz y menos apreciada.

Arena ramosa

Es una arena conchifera compuesta en gran parte de concreciones calcáreas de moluscos y diversos residuos. Tiene aspecto ramoso y se encuentra abundantemente en la desembocadura del río Morlaix, en donde se explota por medio de dragas para enmendar las tierras. Se la encuentra igualmente en la rada de Brest, en la desembocadura del río Quimper, y en la costa de Plounéou-Trez. Su principal valor agrícola consiste en el carbonato cálcico, que contiene en gran abundancia. Contiene también un poco de nitrógeno y un poco de potasa. He aquí, según diferentes autores, su riqueza en caliza:

Morlaix (gris)	55'6	por 100
Morlaix (rosa)	71'6	—
Rosa de Belle-Isle	76'0	—
Concarneau	81'4	—
Brest	79'9	—
Lannion	71'0	—
Quimper	77'0	—

El metro cúbico de esta enmienda pesa de 900 a 1,000 kilogramos. Las de color gris y color fuerte son preferidas con frecuencia por los cultivadores, aunque en esto se equivocan, pues son menos ricas en caliza. Las enmiendas de esta clase ricas en conchas, aun cuando contienen más carbonato de cal que las otras, deben pagarse a menor precio, puesto que se descomponen más lentamente, y por lo tanto son menos activas. Los precios varían de 2 a 5 francos el metro cúbico, y se va a buscarla de 20 a 30 kilómetros de la costa.

Se emplean de 15,000 a 30,000 kilogramos por hectárea. Las dosis mayores sólo convienen a las tierras fuertes y húmedas. En las tierras medianas y ligeras es necesario atenerse a dosis más pequeñas. Esta enmienda actúa durante 8 o 10 años. Su empleo produce buenos resultados en los prados artificiales, y lo mismo sucede en los cereales y en las raíces.

Conchas marinas

El oleaje acumula en determinadas playas cantidades considerables de diversas conchas, utilizadas como enmiendas calizas cuando son bastante disgregables. Es ventajoso recogerlas y colocarlas en los caminos de carros para asegurar su pulverización antes de llevarlas a los campos. Presentan la riqueza siguiente en carbonato cálcico:

Conchas de erizos de mar	71	por 100
— de bucardos	94	—
— de ostras	92 a 98	—
— diversas	93	—

Cernadas

Las cenizas coladas o cernadas constituyen en ciertas regiones una enmienda calcárea de importancia. Son muy apreciadas de los cultivadores y de una acción realmente eficaz. Proceden de las blanquerías y jabonerías. Su valor depende principalmente de su riqueza en carbonato cálcico. También se encuentra en estas cenizas una cantidad variable de ácido fosfórico y silicato potásico. He aquí la riqueza en carbonato cálcico de algunos de estos productos:

Cernada pura	47'1	por 100
— de Nantes	46'7	—
— de la Rochela	34'8	—
— de la Flotte	26'6	—
— de Caen	39'2	—

La dosis de ácido fosfórico varía de 2 a 8 por 100, y la de potasa oscila alrededor de 1 por 100.

Su empleo es muy común en Bretaña y la Vendée. También se utilizan mucho en los Vosgos y en el Franco Condado, así como en los Dombes.

Las cernadas se venden por hectolitros, y como se falsifican con mucha frecuencia, es conveniente abstenerse de adquirirlas antes de analizarlas.

Constituyen a un mismo tiempo abono y enmienda, y producen excelentes resultados en las tierras compactas y arcillosas, en las turbosas y en las ácidas. Son convenientes a todos los cultivos, pero sobre todo a los prados naturales y artificiales, a los que se aplica ventajosamente. La dosis media por hectárea es de 25 a 30 hectolitros. Conviene aumentar esta cantidad en las tierras fuertes y compactas, y disminuirla en las ligeras, que se desecan fácilmente. En el Norte, su empleo alcanza hasta 40 y 60 hectolitros por hectárea. La duración de esta enmienda es proporcional a la cantidad que se emplea. En los prados, la dosis de 25 hectolitros es suficiente para cinco años. Se esparce en primavera y se entierra por medio de una ligera labor de rastrillo, o

también se la deja en la superficie del suelo. La lluvia después del esparcido favorece su acción.

En el cultivo de cereales da muy buenos resultados el empleo de un semiabono de estiércol de granja antes de la siembra y una semidosis de cernada por la superficie del suelo en primavera.

Cenizas de turba

En las regiones de turberas, en el norte de Francia, valle del Soma, cerca de Amiens y del Beauvais, Bélgica, Holanda, etc., se quema la turba para emplear como enmiendas las cenizas, que se aplican a los prados artificiales, al lino y a los prados no regados. La dosis es muy variable. En los contornos de Douai se emplean 150 hectolitros por hectárea en los alfalfares, y en los prados naturales 50 hectolitros en la primavera. En los distritos de Dunkerque, 270 hectolitros para los prados artificiales. En Holanda se aplican en dos veces para el trébol, a razón de 90 a 125 hectolitros. Se las emplea también para el lúpulo, existiendo la creencia de que ahuyentan los insectos.

Las mejores cenizas son de color gris plateado y poco densas. Cuanto más ligeras, más apreciadas. Para obtenerlas se apilan los terrones de turba y se les prende fuego por debajo con leña seca. La combustión debe ser muy lenta. El rendimiento de la turba en cenizas es aproximadamente de una décima de su volumen. El hectolitro pesa cerca de 57 kilogramos.

La composición de estas cenizas es muy variable, según los yacimientos. Contienen indicios de ácido fosfórico, y muy raramente potasa. Dominan el carbonato y el sulfato de cal. Los fosfatos que contienen las plantas de las cuales procede la turba han sido disueltos por los ácidos carbónico y acético, y después arrastrados por las aguas bajo las que se originó la turba.

He aquí por ejemplo la composición de algunas de estas cenizas:

	Sulfato de cal.	Carbonato de cal.
Wassy (Alto Marne)	26'0	51'5 p. 100
Longueau (1)	43'0	41'5 ~
Pont-de-Metz (1).	8'3	51'2 —
Camon (1).	12'7	67'7 —

Cenizas de hulla

En Inglaterra, Bélgica, Holanda y departamentos septentrionales de Francia, en donde se quema mucha hulla, se emplean las cenizas en las tierras frías, húmedas y fuertes, así como también para colorar las tierras blancas; se usan igualmente para las tierras pantanosas, en las que dan muy buen resultado. Se las emplea con éxito en los pastos, patatas, centeno y trébol, a la dosis de 40 hectolitros. Su acción dura un año. Se emplean superficialmente, y algunas veces se las entierra. En realidad, es una enmienda de poco valor, como lo demuestra su composición:

	Antracita.	Hulla.
Cal	16'1	8'5 por 100
Magnesia.	1'6	1'9
Acido sulfúrico	10'4	6'1 —
Acido fosfórico	0'6	0'8 —
Potasa.	0'7	0'5 —

Su acción fertilizante es debida a la cal y al ácido sulfúrico que contienen. Obran al mismo tiempo como la marga y el yeso. Como llevan también magnesia (2 por 100 aproximadamente), constituyen un débil abono magnésico. La gran cantidad de materias terrosas calcinadas que contienen les da la propiedad de constituir bien las tierras arcillosas. Su riqueza en ácido fosfórico y en potasa es demasiado pequeña para tomarla en consideración.

Cal

La cal cáustica se emplea para enmendar los suelos privados de caliza en gran número de comarcas, como la Bretaña,

(1) Según los análisis de Hitier.

el Maine, Flandes, Bélgica, Inglaterra, etc. Ejerce en el suelo una acción mucho más enérgica que la marga, y conviene particularmente a las tierras desprovistas de caliza, a los desmontes de bosques, landas y brezos, a los terrenos arcillosos, húmedos y fríos, y, en fin, a las tierras ricas en mantillo ácido.

Se comprende fácilmente que el encalado tenga una acción más enérgica que el enmargado. En efecto, la cal obra desde luego en estado cáustico y su energía está reduplicada por su extrema tenuidad. Obra poderosamente sobre las materias orgánicas, con desprendimiento de amoníaco asimilable por las raíces. Obra muy eficazmente sobre los silicatos y la arcilla, y acelera su disgregación, proporcionando a las plantas sílice soluble y potasa. Por último, absorbe los ácidos del suelo, y, combinándose con ellos, engendra humatos de cal, que tan importante papel ejercen en la preparación de los alimentos de los vegetales. Con el ácido carbónico de la atmósfera rasante al suelo, forma caliza excesivamente tenue y de fácil disgregación, dotada, por consiguiente, de una acción proporcional.

Preparación de la cal — La cal se obtiene calcinando al rojo las piedras calcáreas.

Cien gramos de carbonato de cal puro producen 56 gramos de cal cáustica anhidra, después de desprender 44 gramos de ácido carbónico gaseoso. Pero es raro que las piedras de cal naturales den este preciso resultado, pues contienen con frecuencia óxidos metálicos, materias carburadas, arena y arcilla. Suele encontrarse también carbonato magnésico asociado al cálcico. Asimismo, por la calcinación de las piedras calcáreas se obtiene cal dotada de propiedades diferentes, a causa de las impurezas que contienen.

Antes de ocuparnos en la cal, conviene describir los medios agrícolas de prepararla y las precauciones que han de tomarse en esta operación.

La calcinación de las piedras calcáreas se efectúa en los *hornos de cal* (fig. 12). Los más sencillos y menos costosos son hoyos ovoides o cónicos excavados en el suelo, en la trasera de una colina, en el ribazo de un torrente, o de una

depresión cualquiera. Si la tierra es bastante compacta para sostenerse, se la deja al desnudo; en caso contrario, se reviste el interior del horno con obras de albañilería empleando ladrillos refractarios. La parte superior está abierta para que puedan escapar el humo y el ácido carbónico. Encima del hogar, que tiene una abertura anterior, se disponen las piedras en bóveda cimbreada. Después se llena el horno por capas sucesivas de piedras calcáreas cuyo diámetro disminuye de la base a la cúspide. Cargado el horno, se prende fuego a la hojarasca colocada debajo de la bóveda y se mantiene la hoguera durante algunas horas, para que desaparezca la humedad. Luego se calienta al rojo vivo, conservando el fuego muy igual. Cuando la llama sale por encima del horno sin ir acompañada de humo, se amortigua el fuego progresivamente, se deja enfriar un poco, se saca la cal y se carga nuevamente antes de que se haya enfriado del todo, para economizar el combustible.

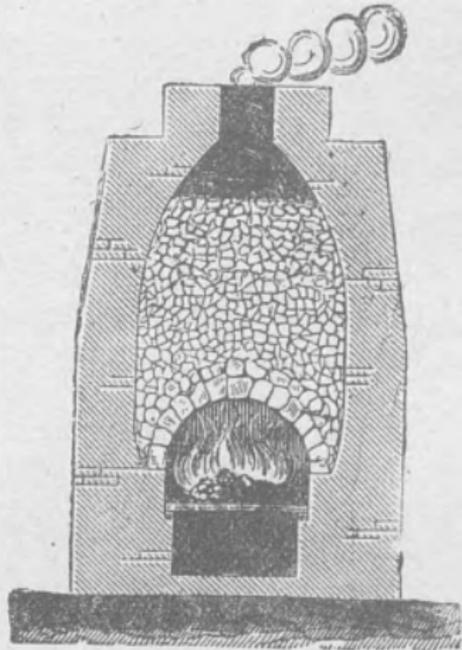


Fig. 12.—Horno de cal.

Cuando la caliza contiene arcilla, es preciso no llevar la calcinación muy alta, pues se vitrificaría una parte de la cal en forma de *galletas* y perdería las propiedades útiles de la cal viva. Por otra parte, si la piedra no se calienta bastante, retiene mucho ácido carbónico y la cal resulta tan mala como cuando forma galletas. Estas partes de caliza incompletamente descompuestas se llaman *crudos*. Es, pues, muy importante mantener la temperatura al rojo vivo para evitar ambos inconvenientes.

En este horno primitivo se quema leña, hojarasca, brezos, aulagas y retama; y, por lo tanto, el hogar ha de ser capaz, y es preciso mucho cuidado en la vigilancia del fuego.

Los hornos de cal industriales se calientan con hulla, coque, lignitos o antracita. Generalmente son de forma cónica y excavados preferentemente en un declive, como los precedentes, cuando la situación lo permite. En los demás casos, se construyen completamente de mampostería con ladrillos refractarios. El hogar está provisto de una parrilla y de aberturas oblicuas para extraer la cal viva a medida que se va formando. Se carga el horno hasta el tope de capas alternativas de carbón y caliza. Se le prende fuego por debajo, con chamarasca. A intervalos regulares de tiempo se extrae la cal por las aberturas inferiores y se vuelve a cargar el horno con carbón y piedras calcáreas. De este modo la producción es continua y, por consiguiente, mucho más económica.

He aquí el consumo de combustible que necesita la cocción de un metro cúbico de cal:

Leña fibrosa	0·98	estéreos
Haces de leña	2·50	—
Turba compacta	2·00	metros ³
Turba musgosa	3·00	—
Hulla	0·50	—
Coque	0·75	—

Variedades de cal.—Según las piedras de cal que se emplean, se obtiene cal pura más o menos mezclada de sílice, arcilla o magnesia.

La cal pura o grasa es la más económica y activa. Es blanca, se deshace fácilmente en el agua, desprendiendo una gran cantidad de calor y cundiendo mucho. Tratada por el ácido clorhídrico, se disuelve completamente, sin efervescencia. El amoníaco añadido a la solución ácida en cantidad suficiente no da, o en todo caso es muy ligero, precipitado alguno.

La cal silicea o magra ha de emplearse en mayor cantidad que la cal grasa, pues contiene, en igual peso, menos cal

efectiva. Es gris o parda, se deshace con menos facilidad, se calienta y cunde poco por la extinción. Con el agua forma una pasta poco elástica. Tratada por el ácido clorhídrico, se obtiene un importante residuo de arena. El amoníaco añadido a la disolución da un precipitado más o menos abundante.

La cal arcillosa o hidráulica no debe emplearse en agricultura, pues se solidifica por la acción del agua, al cabo de pocos días. Al apagarla cunde menos y desprende menos calor que la cal grasa. Tratada por el ácido clorhídrico, deja notable residuo de arcilla. En solución clorhídrica, produce el amoníaco un precipitado bastante abundante.

La cal magnésica procede de los calcáreos dolomíticos y es oscura o amarilla y magra, aunque se disuelve casi completamente en el ácido clorhídrico. En la disolución, el amoníaco produce un notable precipitado blanco esponjoso. Es muy activa.

Composición de las diversas clases de cal.—Por vía de ejemplo señalamos la* composición de diversas calizas y de la cal que de ellas se obtiene:

1.º Cal grasa

a. Caliza de Vaugirard:

Carbonato cálcico	98'5	por 100
Arcilla.	1'5	—

b. Cal grasa de Vaugirard:

Cal	97'2	—
Arcilla	2'8	—

2.º Cal magra

a. Caliza de la Dordoña:

Carbonato cálcico.	77'8	—
Arcilla	2'6	—
Arena	19'6	—

b. Cal magra de Dordoña:

Cal.	70'0	—
Arcilla	3'2	—
Arena	24'75	—

3.º *Cal hidráulica*

a. Caliza de Eure y Loire:

Carbonato cálcico	80'0	por 100
Carbonato magnésico	1'5	—
Arcilla	18'5	—

b. Cal hidráulica de Eure y Loire:

Cal	70'0	—
Arcilla	29'0	—
Magnesia	1'0	—

4.º *Cal magra magnésica*

a. Caliza del Aveyron:

Carbonato cálcico	60'9	—
Carbonato magnésico	30'3	—
Oxido de hierro	8'8	—

b. Cal magnésica del Aveyron:

Cal	60'0	—
Magnesia	26'2	—
Oxido de hierro	13'8	—

El valor de una cal, como enmienda, depende esencialmente de la cantidad de cal pura que contiene. Se ve que puede variar en gran manera, cuando se trata de cales de preparación muy reciente. Si la cal hace ya tiempo que está preparada, vuelve a tomar poco a poco al contacto del aire el ácido carbónico necesario para transformarse en carbonato o caliza. Esta vale menos que la cal libre, y es preciso tener esto en cuenta al comprar cal. Así, pues, cuando el agricultor manda analizar la cal que ha de emplear como enmienda, y aunque sea para construcción, debe exigir la dosis de cal cáustica. Esta se disuelve en el nitrato de amoníaco, con exclusión del carbonato.

Todavía es más necesaria esta precaución cuando en vez de comprar piedra de cal, que no puede falsificarse, aunque sea de calidad inferior, se adquiere cal en polvo, cenizas de cal, etc.

No basta informarse del contenido en cal pura viva de una cal para enmienda. Es preciso, además, tener en cuenta lo que pueda cundir, estudiarla en relación. Cuanto más fácil-

mente se deshace la cal o se convierte en polvo y cuanto más fino es éste, más activa es y menor la cantidad que ha de emplearse para obtener el resultado apetecido.

A fin de examinar la cal en este concepto, se toman algunos trozos, se mojan en agua durante dos minutos y en seguida se sacan para observarlos, de modo que cuanto más rápidamente se deshagan y cuanto más cundan, tanto mejor será la cal. Si quedan terrones pedregosos, que no se deslían en el agua, disminuyen, en proporción, el valor de la cal. Importa, pues, determinar esta proporción.

A menudo se vende la cal por hectolitros; pero este sistema es vicioso en absoluto. Sólo es práctico comprarla a peso, pues si la cal pesa, por lo común, de 60 a 80 kilogr. el hectolitro, según los terrones sean más o menos gruesos, según se amontonen y según se mida colmando o rasando la medida, el peso del hectolitro puede variar de 45 a 120 kgs. En la cal desleída, las variaciones son aun mayores a causa del cundimiento.

Encalado.—Sólo debe incorporarse la cal al terreno cuando está bien desleída y apagada; es decir, cuando ha absorbido el agua necesaria para su transformación en hidrato pulverulento. Cuanto más pulverizada esté la materia resultante de la combinación de la cal anhidra con el agua, mejor será el producto. ¿Cuál es la mejor manera de apagar la cal? Vamos a explicarlo.

En algunos países se deja la cal al aire libre, debajo de cobertizos. Lentamente va absorbiendo la humedad de la atmósfera y se convierte en polvo. Pero al mismo tiempo que se apaga, por este procedimiento, se carbonata en parte, como lo demuestra el análisis siguiente, debido a Wolcker, de una cal apagada en semejantes condiciones:

Agua no combinada.	0·8	por 100
Carbonato cálcico.	15·1	—
Hidrato cálcico	83·4	—

De 71 partes de cal viva se carbonataron 8 partes y media, o sea cerca de un 12 por 100. Esta pérdida no es despreciable.

Una vez apagada la cal en dicha forma, debe llevarse al campo, cargarla a paletadas y descargarla en montoncitos sobre el terreno. Pero esta operación no es nada fácil cuando se trata de un polvo impalpable e irritante como el que forma la cal apagada. Si hace viento, resulta impracticable. Si llueve, se convierte en pasta y se hace casi imposible repartirla uniformemente. Por lo tanto, no aconsejamos este procedimiento.

En otros sitios se apaga la cal sumergiéndola en agua durante dos minutos por medio de canastos. Tan pronto se retira del agua se vierte en volquetes para transportarla al campo. Los terrones de cal han absorbido suficiente agua para hidratarse y se pulverizan en el camino. De esta manera se evita, por una parte, la carbonización parcial, y por otra cargar con la pala la cal en polvo. Sin embargo, la descarga presenta los mismos inconvenientes que los antes indicados.

El procedimiento que nos parece mejor consiste en conducir directamente al campo la cal en terrón. Allí se descarga en montoncitos a 7 metros unos de otros, cuyo tamaño puede variar de un tercio a la mitad de un hectolitro. Se cubren con una capa de tierra y van apagándose poco a poco por absorción de la humedad del aire y de la tierra. En unos veinte días queda apagada. Entonces se mezcla enteramente con la tierra y se reparte uniformemente con la pala. Esta operación es muy fácil, pues el obrero no tiene más que echar paletadas iguales a su alrededor. La distancia de los montones debe ser tal, que permita al obrero cubrir todo el terreno comprendido entre ellos, sin cambios de sitio.

En otros casos, se disponen con la cal montículos formados de capas sucesivas de césped y cal, o en vez de césped se emplea légamo, cieno de estanque o de foso, orujos de manzana y desperdicios de toda clase. Se cubren de tierra, y la cal se apaga lentamente, se esponja, y al cabo de tres semanas se abre el montículo para rehacerlo a un lado y cubrirlo también de tierra, dejándolo madurar durante varios meses, y regándolo si el tiempo es seco. Las materias orgánicas se descomponen, produciendo primero amoníaco y después nitratos. Al esparcir el montículo por el suelo de modo que se

entremezcle, queda la tierra provista al mismo tiempo de cal, nitrógeno asimilable y mantillo.

Este procedimiento es muy provechoso, pues por una parte divide muy bien la cal y por otra utiliza sus propiedades cáusticas para humificar las materias orgánicas. Es el procedimiento adecuado a los terrenos pobres a la vez de nitrógeno, materias orgánicas y cal.

En terrenos faltos solamente de cal, es más económico el procedimiento anterior.

Cualquiera que sea el procedimiento empleado para apagar y esparcir la cal, es necesario efectuarlo en tiempo seco, dando después un vigoroso rastrillado con un diente a lo largo y otro a través. Puede emplearse ventajosamente el escarificador en vez del rastrillo.

El encalado se practica con preferencia en otoño, pero nunca ha de coincidir con la siembra, pues la causticidad de la cal quemaría los brotes. El encalado y la mezcla con la tierra debe preceder, por lo menos de unos quince días, a la sementera.

Cuando se hacen montículos de cal y materias orgánicas, es preferible encalar las tierras antes de las siembras en primavera, porque las plantas nacientes utilizan desde luego los nitratos, mientras que esparcidos en invierno se perderían en parte.

Cantidades de cal empleada.—Nada tan variable en cada país como las cantidades de cal empleadas por hectárea. Se comprende que varíen las dosis según la naturaleza y profundidad de los terrenos, y también según lo que haya de durar la operación. Si el encalado se renueva cada tres o cuatro años, se empleará mucha menos cal que si dicho período debe durar diez o doce años. Cuanto más profundo sea el terreno, mayor debe ser la dosis. Por fin, no cabe duda de que es necesaria mucha más cal en las tierras turbosas ácidas que en las tierras medianas o ligeras.

Los ingleses acostumbran a emplear esta enmienda en crecidas cantidades, no siendo raro que encalen a razón de 20 ó 30 metros cúbicos por hectárea. Este sistema exige considerables adelantos, que puede efectuar un rico hacendado,

pero no un agricultor modesto. Según Roma, los ingleses emplean por término medio de 7 a 10 hectolitros de cal por hectárea y por año, en periodos de renovación de tres, seis, ocho, doce y veinte años.

Los alemanes sólo emplean de 1,000 a 2,000 kgs. de cal (13 a 25 hectolitros) por hectárea. Los belgas esparcen de 4,000 a 7,000 kgs. En Francia varía mucho la cantidad de cal empleada, pues en el departamento de Calvados oscila entre 60 y 80 hectolitros cada cuatro o cinco años, o sean de 15 a 16 hectolitros por año, al paso que en los del Norte, Mayenne y la Vendée, se emplean de 40 a 50 hectolitros para diez años, o sean de 4 a 5 hectolitros anuales. En el del Sarthe, se limitan a 8 o 10 hectolitros cada tres años.

En resumen, se emplean de 8 a 300 hectolitros de cal por encalado, y teniendo en cuenta la duración probable de la eficacia de esta enmienda, se esparcen de 2'5 a 20 hectolitros por hectárea y por año. ¿Cuál es el término conveniente entre ambos extremos? Procuraremos dilucidarlo. Prescindiendo de los casos especiales, como el cultivo de pantanos y hornaguerras, ¿conviene emplear dosis enormes de cal, como los ingleses, sin repetir los encalados más que cada veinticinco años? No lo creemos. En efecto, la cal cuesta, en general, 1'50 francos el hectolitro en almacén. Por lo tanto, 200 hectolitros de esta enmienda cuestan 300 francos. Además, es necesario contar los gastos de transporte y esparcimiento, que varían mucho según las distancias. En el caso más favorable, es decir, cuando el campo está muy cerca del almacén, los gastos de carga, descarga y esparcimiento ascenderían a 8'50 francos por metro cúbico, es decir, 175 francos. El gasto total no sería inferior a 475 francos, que bastan para asustar a los mejor dispuestos.

Por otra parte, los resultados culturales no parecen tan beneficiosos que compensen semejante sacrificio. Seguramente que un encalado a fuerte dosis y de largo período, como el que acabamos de indicar, acrecentará durante los dos o tres primeros años la fertilidad del suelo. Lo mullido del terreno y la vivacidad de las reacciones íntimas que se producen, favorecen en sumo grado la vegetación. Pero toda medalla

tiene su reverso. Al movilizar de una vez el menos compacto recurso alimenticio del suelo y quedando éste con él muy permeable al agua, la de lluvia se filtrará poco a poco, arras-trando hacia el subsuelo todos cuantos elementos nutritivos no hayan podido utilizar inmediatamente las plantas. A una fertilidad sobreexcitada sucede una producción cada vez más lánguida, que acaba en esterilidad si no se reparan con cos-tosa abundancia de abonos las pérdidas de materias orgáni-cas sufridas por el suelo. Empleada de esta suerte la cal, enriquece a los padres y suele arruinar a los hijos.

Por lo tanto, conviene adoptar las dosis moderadas y re-petirlas cada tres o cuatro años. Se le hacen al terreno esca-sos adelantos sin el riesgo de hacer muy rápidamente asimilables las reservas de nitrógeno. Tal vez no se noten tanto los efectos en la primera cosecha, pero el suelo no se agota si hay cuidado en estercolarlo normalmente. El excedente de la primera cosecha, cuando está libre de gravámenes de inte-rés y amortización, remunera el coste del encalado.

Suponiendo que la cal es grasa y de primera calidad, aconsejamos las cantidades siguientes por períodos trienales:

En tierras graníticas o silíceas, se esparcirán de 12 a 15 hectolitros por hectárea. En brezales recién desmontados, se duplicará la dosis;

En tierras de mediana consistencia, se emplearán de 18 a 25 hectolitros;

En tierras arcillosas fuertes, se llegará hasta 30 hectoli-tros. Y, por fin, las tierras turbosas y los hornagueros se encalarán a razón de 30 o 40 metros cúbicos por hectárea.

Cal procedente de la depuración del gas

Muchas fábricas, sobre todo las de poca importancia, pu-rifican con cal húmeda el gas de alumbrado, para eliminar los ácidos carbónico, sulfhídrico y sulfocianico. Una vez ha servido, tiene esta cal la siguiente composición:

Agua	21·28
Azufre	5·10
Cal cáustica	17·70

Carbonato cálcico	14'48
Sulfito cálcico	14'57
Hiposulfito cálcico.	12'30
Sulfato cálcico	14'57

Alguna que otra vez se encuentra un 0'5 por 100 de nitrógeno amoniacal.

Por la acción del aire, el hiposulfito se oxida rápidamente. El sulfito resiste mucho más tiempo.

La cal de gas no debe emplearse inmediatamente que sale de la fábrica, porque perjudicaría la vegetación. Es de uso corriente en los parques y jardines para impedir que brote la hierba en las avenidas. Por los sulfitos, y sobre todo por los sulfocionatos que contiene, es un violento veneno para las plantas; pero con el tiempo, una vez el oxígeno del aire ha transformado estas sales, puede emplearse sin peligro, especialmente en barbecho o en montículos de abono mixto, en substitución de la cal viva. No obstante, sólo conviene su empleo cuando es posible adquirirla en el mismo lugar y a precio mínimo.

Enyesado

Historia.—El pastor protestante Meyer, del principado de Hohenlohe, hizo la primera serie de observaciones sobre los efectos del yeso, cuyo empleo recomendó en sus escritos, a mediados del siglo XVIII. Sobre el particular, hizo Franklin un experimento célebre y muy conocido. Poseía cerca de Wáshington un campo de alfalfa situado al borde de una carretera. Esparció el yeso de modo que formaba un letrero que decía: «Esto ha sido enyesado». Las plantas abonadas con yeso medraron más vigorosas que las vecinas y bordaron al relieve la frase escrita con yeso en la alfalfa.

Desde entonces hubo vivo entusiasmo por el yeso y se diputó por panacea universal. Sin embargo, no tardó el desengaño, seguido de la reacción. Por fin, se sabe hoy día que el yeso obra favorablemente sobre las leguminosas en las tierras que contengan mantillo.

Yeso.—El sulfato cálcico se halla en la naturaleza (figu-

ra 13) en dos estados diferentes: 1.º, blanco, cristalizado, sin agua de combinación; es la anhidrita; 2.º, también cristalizado, con frecuencia en grandes cristales monoclinicos en forma de flecha, con dos equivalentes de agua. Es el yeso

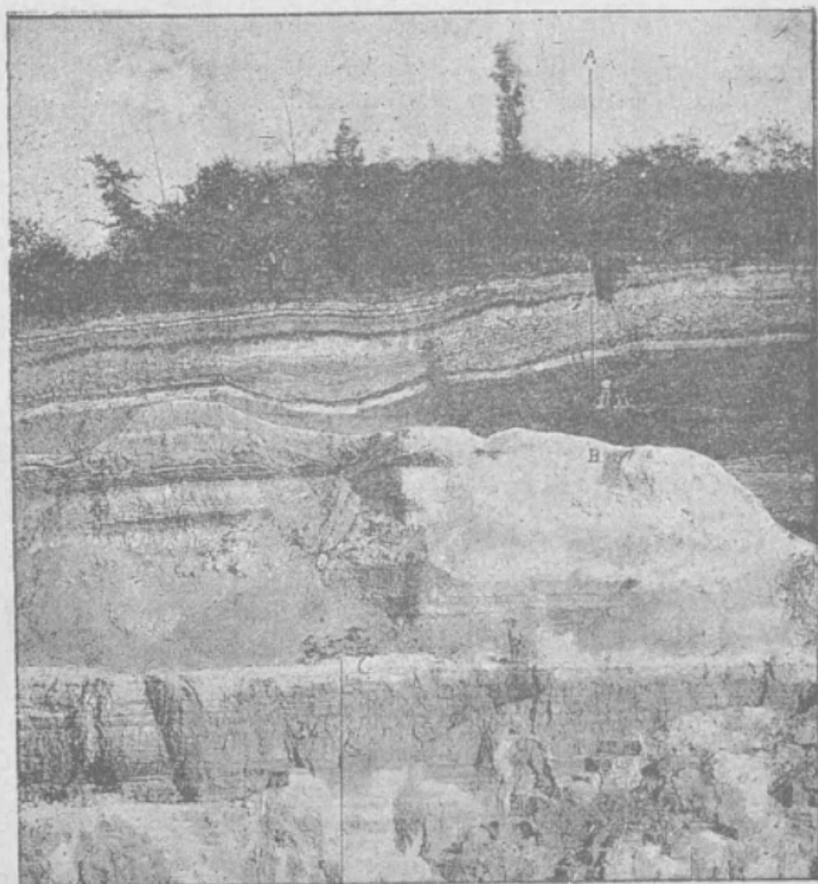


Fig. 13.—Cantera de yeso.

alabastro o piedra de espejuelo ($\text{SO}_4\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$). Abunda mucho en los alrededores de París. El yeso pierde fácilmente el agua de cristalización a fuego lento y produce el yeso cocido, que mezclado con agua es muy plástico y se emplea en el revestimiento interior de las construcciones. Pierde con facilidad la fluidez adquirida al desleírlo en agua y vuelve a cristalizarse. Es pegajoso y ligeramente soluble en el agua.

Eficacia del enyesado.—En 1802, la Sociedad central de Agricultura (hoy nacional) efectuó una información sobre la eficacia del enyesado en las leguminosas. Resultaron de ella cuarenta opiniones favorables y tan sólo tres contrarias, quedando afirmado que no influía en las tierras excesivamente húmedas (6 votos por 6 votantes); que no puede substituir al abono orgánico ni al mantillo (7 votos por 7), y que no influye favorablemente en los cereales (32 votos por 32).

Smith hizo en Inglaterra experimentos con el trébol blanco y la esparceta. Los resultados obtenidos demuestran que el yeso aumentó a menudo la producción en un tercio, y aun algunas veces en el doble, favoreciendo al mismo tiempo el rendimiento de grano. El enyesado duplicó y aun más la cosecha de trébol blanco.

Posteriormente, De Villèle realizó con la esparceta y el trébol rojo experimentos que confirmaron los antedichos.

Pero hoy tenemos suelos en que no influye el yeso, como, por ejemplo, los de la Escuela Agrícola de Grignon.

Con todo, no cabe duda de que el yeso es eficaz en muchos países.

Modo de acción.—¿Cómo obra el yeso? ¿Por qué es activo en ciertos terrenos y en otros no? ¿Por qué influye en las leguminosas y no en los cereales?

Esto quisiéramos explicar por completo; pero desgraciadamente todavía tiene este problema algunos puntos oscuros.

El yeso es sulfato cálcico, bastante soluble en el agua. Se ha creído que actuaba proporcionando ácido sulfúrico y cal a las leguminosas. Esto es cierto respecto de la cal, sobre todo en terrenos faltos de ella.

Pero también suele influir muy favorablemente en tierras calizas. ¿Es porque proporciona ácido sulfúrico a las plantas? No, porque las plantas de trébol enyesado no contienen ni más ni menos ácido sulfúrico que las no enyesadas, según demuestran las investigaciones de Boussingault, cuyos resultados son los siguientes:

	Cosecha extraordinaria de 1841		Cosecha favorable de 1842	
	Cenizas		Cenizas	
	Sin enyesar	Enyesado	Sin enyesar	Enyesado
Cloro	4'1	3'8	3'3	3'0
Acido fosfórico	9'7	9'0	7'1	8'2
Acido sulfúrico	3'9	3'4	3'1	3'2
Cal	28'5	29'4	33'2	36'7
Potasa	33'6	35'4	29'4	34'7
Sosa	1'2	0'9	2'9	0'3
Sílice	20'2	10'4	13'1	3'7
Oxidos de hierro y de manganeso	1'2	1'0	6'0	»

De estos resultados se infiere que el yeso no es absorbido en estado natural, porque en las cenizas sólo hay la décima parte de la cantidad de ácido sulfúrico que exige la saturación de la cal.

Por otra parte, la experiencia demuestra que, contra la hipótesis de Kuhlmann, el yeso no favorece la formación de nitratos en el suelo.

Dehéraïn mezcló con una porción de tierra negra de Rusia la décima parte de su peso de yeso puro calcinado; y con otra porción de la misma tierra la décima parte de su peso de arena pura. La tierra sólo contenía vestigios de nitratos.

El ácido nítrico se dosificó diversas veces, resultando en aumento en la tierra arenosa, al paso que la enyesada siguió con los mismos vestigios de nitrato. Tres semanas después del enyesado, el análisis de 1 kilogramo de tierra dió el siguiente resultado:

	Nitrato equivalente a nitrato potásico
Tierra arenosa	0'021 gramos
Tierra enyesada	vestigios

Otro análisis de tierra de Rusia enyesada y de la misma tierra normal, dió:

	Nitrato equivalente a nitrato potásico
Tierra normal.	0'491 gramos
Tierra enyesada	0'102 —

Estos resultados son concluyentes.

Análogos experimentos con la misma tierra enyesada y sin enyesar demostraron que tampoco el enyesado favorece la formación de amoníaco.

Amoníaco

1.º Duración del experimento: 1 mes.

Tierra de Rusia arenosa	0'0624 gramos
Tierra de Rusia enyesada	0'0548 —

2.º Duración del experimento: 4 meses.

Tierra de Rusia normal	0'175 gramos
Tierra de Rusia enyesada	0'130 —

En los antes citados análisis de Boussingault no debe pasarnos por alto que el trébol enyesado contiene mucha más potasa que el sin enyesar. Fundándose en este fenómeno, indagó Dehérain la influencia del yeso en la absorción de la potasa por las leguminosas, y obtuvo los siguientes resultados:

1.º El enyesado favorece la solubilidad de la potasa en las tierras, pues diez diversas porciones de 1 kilogramo cada una dejaron disueltos en el agua 1'095 gramos de potasa, mientras que las mismas clases de tierra y en igual proporción, cedieron al agua 2'525 gramos de potasa luego de enyesadas.

2.º Las tierras no enyesadas con anterioridad dejan en el agua:

	Potasa disuelta
Tierra de Éragny (Sena y Marne) nunca enyesada . . .	0'084 gramos
Tierra de Alfort (Sena) nunca enyesada	0'082 —

3.º Las tierras enyesadas con anterioridad no sueltan potasa antes del enyesado, pero sí después:

	Potasa antes del enyesado	Potasa después del enyesado
Tierra de la Guéritaude (Indra y Loira).	vestigios	0'115 gramos
Otra tierra — — — .	vestigios	0'192 —

4.º El kaolin y la alúmina én estado normal han llegado a retener el 50 por 100 de la potasa de las disoluciones en

cuyo contacto se las puso, mientras que después de mezclados con el yeso, sólo absorbieron el 18 por 100 de dicho ácido.

5.º Análogos resultados da el amoniaco. De 100 partes de amoniaco contenidas en tierras normales, el agua disolvió 36'2, y en las mismas tierras enyesadas el 60 por 100.

Los precedentes experimentos demuestran influencias del enyesado en la solubilidad de la potasa en el suelo y la propiedad que tienen los terrenos enyesados de ceder más potasa al agua que los baña o atraviesa.

Sabemos que el amoniaco se encuentra en el suelo, probablemente en forma de carbonato, lo mismo que la potasa soluble, pues el ácido carbónico es uno de los agentes más activos de la descomposición de los feldespatos. Si se añade sulfato de cal a estos carbonatos, claro está que se obtendrán sulfatos amónico y potásico y carbonato cálcico insoluble. Por lo tanto, en las tierras enyesadas se formarán sulfatos potásico y amónico. ¿No podríamos atribuir la mayor movilidad de la potasa y del amoniaco a esta transformación de carbonatos en sulfatos? Los experimentos de Dehérain favorecen la afirmativa, pues de ellos resulta que:

1.º De cada 100 gramos de potasa en contacto con una tierra o un kaolin en forma de carbonato, quedan retenidos 74 gramos;

2.º De cada 100 gramos de potasa en forma de sulfato, sólo quedan retenidos 32 gramos;

3.º De cada 100 gramos de amoniaco en forma de carbonato, quedan retenidos 80 gramos;

4.º De cada 100 gramos de amoniaco en forma de sulfato, quedan retenidos tan sólo 31'5 gramos.

De esto se infiere que la movilidad de los sulfatos potásico y amónico en el suelo es mucho mayor que la de los carbonatos; lo que nos inclina a pensar que su mayor difusibilidad proviene de la transformación en sulfatos de los carbonatos potásico y amónico del terreno.

Se sabe que en el terreno hay nitrógeno orgánico hasta profundidades de 1 a 1'80 metros; pero que la proporción va disminuyendo a contar de la superficie. Sabemos también que

las tierras retienen enérgicamente la potasa, que rara vez se encuentra a cierta profundidad, según demuestra el análisis de las aguas de drenaje, y queda en libertad por la acción del ácido carbónico formado a expensas del mantillo en la capa superior del suelo, que lo toma de las arcillas. Se concibe, pues, que mientras se cultiven cereales de raíces superficiales, importa poco que la potasa y el amoníaco queden retenidos en las capas superiores por las propiedades absorbentes del terreno. Pero también se comprende que no sucede lo mismo con las leguminosas, cuyas raíces penetran profundamente.

Las raíces de pipirigallo llegan a más de 2 metros de profundidad. Las de alfalfa penetran todavía más. En Grignon vi una de 2'50 metros. Gasparin las vió de 4 metros. Estas plantas tal vez prosperen en un suelo arenoso donde los álcalis estén retenidos débilmente en las capas superiores; pero no sucederá así en las tierras arcillosas, pues para que los álcalis penetren en las capas profundas será necesario sustraerlas por medio del yeso a la acción absorbente de la arcilla.

Así, pues, el yeso obra en la tierra de una manera determinada, cuyo efecto es transportar las bases alcalinas de las capas superiores, donde por lo común están retenidas, a las capas profundas de las que las leguminosas extraen sus alimentos.

Conviene advertir que esta conclusión se infiere naturalmente de los fenómenos observados, sin enlace con hipótesis de la transformación de los carbonatos en sulfatos.

Así se comprende desde luego que el yeso influya favorablemente en las plantas de raíces profundas y no tenga acción alguna en los vegetales de raíces superficiales. Apoyan esta teoría hechos concluyentes.

Si el yeso actúa bien en forma de sulfato, y su objeto es transformar la potasa y el amoníaco en sulfatos, los demás sulfatos deben tener la misma propiedad. En efecto, se sabe que una mezcla de sulfatos magnésico y potásico empleados en vez del yeso, dan resultados excelentes y hasta superiores, lo que es natural, puesto que el yeso moviliza, pero no engendra la potasa del suelo.

Los experimentos de Lawes y Gilbert, llevados a cabo durante varios años consecutivos en los mismos terrenos, dieron los siguientes resultados:

	Rendimientos por hectárea	
	Por 4 años	Por año
Terreno sin enyesar . . .	35,200 kilogr.	8,800 kilogr.
— enyesado	47,500 —	11,870 —
Sulfatos potásico, sódico y magnésico	55,000 —	13,500 —

Según Isidoro Pierre, el sulfato magnésico tiene la misma acción que el yeso sobre el pipirigallo, y el yeso crudo da mejores resultados que el cocido.

Los abonos nitrogenados influyen escasamente en los prados artificiales, mientras que es notoria la favorable acción de las cenizas, que proporcionan potasa.

Todos estos hechos corroboran nuestra conclusión.

Pero cabe objetar que si bien hay más potasa y cal en las cenizas de las leguminosas enyesadas, hay en cambio poco ácido sulfúrico, cuya cantidad dista mucho de la necesaria para saturar los álcalis de las cenizas. Así lo demuestran los análisis de Boussingault y Dehérain.

Sin embargo, la experimentación demuestra que las plantas absorben directamente el sulfato cálcico de que disponen sus raíces, y no es menos cierto que la mayor parte de álcalis, en forma de sulfato, no han penetrado en las plantas analizadas que hemos mencionado.

Esto consiste en que los sulfatos se descomponen y transforman a su vez. Si observamos los sulfatos potásico, amónico y cálcico que descienden a través del suelo, echaremos de ver que se ponen en contacto con las materias orgánicas contenidas en las capas profundas, y entonces se reducen y transforman en carbonatos. La experiencia demuestra que el ácido sulfúrico introducido en la tierra laborable desaparece rápidamente.

Así es que en las capas profundas, por la reductora influencia que siempre se manifiesta allí, los sulfatos cálcico, magnésico y potásico se reducen y transforman en carbona-

tos, con eliminación del azufre. En los estercoleros-enyesados se encuentra azufre cristalizado (P. Thénard). También se encuentra en los yesones de los escombros de las casas viejas derribadas en París. Una lámina de plata colocada en tierra enyesada se ennegrece (Boussingault). Estos hechos corroboran nuestra opinión.

En resumen, el yeso transforma en sulfatos los carbonatos alcalinos; pero las bases no persisten en su estado, pues pueden transformarse en carbonatos y aun en humatos muy favorables a las leguminosas. Las bases alcalinas salen del suelo para repartirse en forma de sulfatos por el subsuelo, a donde no podrían llegar en forma de carbonatos. Las raíces las absorben en forma de sulfatos. Pero muy luego quedan reducidos los sulfatos y se regeneran los carbonatos, de suerte que el enyesado sólo sirve para movilizar la potasa y el amoníaco que deja en el subsuelo en forma a propósito para combinarse con el ácido húmico a profundidad conveniente para que las absorban las raíces de las leguminosas.

Hemos dicho que el yeso puede proporcionar cal a la alimentación de las plantas. Efectivamente, transformada en carbonato cálcico en un estado de división indefinida, la cal es muy soluble en el agua cargada de gas carbónico y, en consecuencia, muy fácilmente asimilable.

Por último, el yeso no influye en los suelos que no contienen materias orgánicas o mantillo.

Lawes y Gilbert observaron en su campo de experimentación que el yeso perdía su eficacia al cabo de algunos años, a pesar del empleo de nitratos y sales amoniacaes, y las cosechas sucesivas disminuían sin cesar. Por el contrario, en un jardín vecino, el rendimiento se mantenía siempre igual. Trataremos de explicar este fenómeno.

La experiencia ha demostrado que las sales amoniacaes y los nitratos, aunque favorables a las gramíneas, son más bien perjudiciales a las leguminosas, aunque éstas contienen gran proporción de materia nitrogenada, procedente en mucha parte del nitrógeno libre del aire, según demostró Hellriegel. Verdad es que también puede proceder en mínima parte del

amoniaco atmosférico, pero no en su totalidad. Además, la experiencia enseña que las tierras cuyas capas profundas no abundan en materias nitrogenadas, no dan buenos prados artificiales, y que cuando un terreno ha producido trébol o alfalfa durante determinado tiempo, no vuelven a producirlos hasta pasado un largo período. Probablemente es que las leguminosas requieren que sus alimentos minerales básicos estén en forma de combinaciones húmicas que, una vez desaparecidas del terreno, no pueden prosperar las leguminosas, aun cuando haya álcalis en otra forma. Y como quiera que los ácidos húmicos son muy poco solubles en el agua, resulta muy lento su paso de la capa superficial a las profundas.

Pero los experimentos de Risler han demostrado que el agua cargada de yeso extrae de las tierras abundantes en mantillo más materia orgánica que el agua pura, infiriéndose de esto que el yeso podrá acelerar la reconstitución de la cantidad de humus de las capas inferiores. Por otra parte, en las capas profundas abundantes en humus, se combinan fácilmente con él los carbonatos transportados por la acción del yeso, favoreciendo su disolución y asimilación.

Finalmente, el yeso influye:

- 1.º Proporcionando cal a los suelos faltos de ella;
- 2.º Transportando los álcalis del suelo al subsuelo;
- 3.º Determinando la disolución de los ácidos húmicos en los álcalis con los que se combinan, facilitando su asimilación.

Este estudio permite comprender fácilmente por qué el yeso no influye en los cereales ni en las tierras sin mantillo ni en las calcáreas permeables y abundantes en potasa, ni en los prados artificiales viejos cuyo subsuelo está exhausto de mantillo, mientras que es útil en los prados cuyo subsuelo abunda en materias orgánicas nitrogenadas.

También nos demuestra que debemos clasificar el yeso entre las enmiendas, pues su principal acción consiste en modificar las propiedades absorbentes del suelo, más bien que servir directamente a la nutrición de las plantas.

Práctica del enyesado.— Por lo que acabamos de decir se ve fácilmente que el yeso crudo, que sólo se diferencia del

cocido en que contiene agua en cristalización, debe ser tan eficaz como el segundo, en igual cantidad de sulfato de cal. Así lo ha demostrado la práctica.

Cuando se utiliza uno u otro yeso, se enyesa el trébol o las leguminosas el primer año, después de la cosecha, y así se puede obtener un nuevo rendimiento antes del invierno. Debe hacerse un enyesado por cada corte que se quiera obtener. Se enyesa por segunda vez en la primavera, al retorno de la vegetación, y después, sobre el nuevo brote que dé el segundo corte. Para esparcir el yeso se aprovecharán los días bonancibles y húmedos o que prometan buen rocío nocturno. Si el enyesado se hace de una sola vez, se esparce una cantidad que, según análisis, corresponde a 300 kilogramos de sulfato cálcico por hectárea. Si ha de hacerse en varias veces, se divide esta dosis en tantas partes como veces haya de repetirse la operación. Entre el yeso cocido puro y el crudo puro hay una diferencia de 10 a 12 por 100 de sulfato cálcico, pues el primero contiene generalmente:

Sulfato cálcico	90 a 92 por 100
Agua	8 a 10 —

mientras que en el segundo hay:

Sulfato cálcico	79 por 100
Agua	21 —

Rara vez es puro el yeso, porque casi siempre contiene carbonato cálcico, arcilla y arena. Los yesos que se venden a los agricultores con el nombre de *yesos de estercolar*, suelen adulterarse con cenizas tamizadas de hulla, greda, marga, polvo de cal o de arcilla, etc.

Véanse dos ejemplos:

1.º Yeso cocido adicionado con cal apagada:

Cal	5'00 por 100
Sulfato cálcico	55'36 —
Residuo insoluble	6'00 —
Cal apagada	33'00 —
Total	<hr/> 100'00 por 100

Serán necesarios 550 kilogramos de esto yeso por hectárea.

2.º Yeso cocido adicionado con cenizas de hulla:

Agua	8'4 por 100
Sulfato cálcico	61'6 —
Residuo insoluble	30'0 —
Total.	<hr/> 100'0 por 100

De este último serán necesarios 500 kilogramos por hectárea.

Siempre serán pocas las precauciones que tomen los agricultores al comprar yeso. Deben exigir en factura la garantía de una dosis mínima en sulfato cálcico anhidro.

Advertencia.—Al estudiar los abonos de la viña y el arbolado, citaremos nuevos hechos que demuestran la utilidad del yeso en los cultivos de raíces profundas.

Cenizas piríticas

Se encuentran en Picardía yacimientos poco profundos de lignitos aluminicos y piríticos que se emplean en la enmienda de las tierras con el nombre de cenizas negras o piríticas.

En el momento de extraerlo, este producto está formado por una mezcla de materias terrosas de naturaleza arcillosa, substancias carbonatadas y betuminosas y piritita de hierro. Según Lefèvre, su composición es la siguiente:

Agua	22'2 por 100
Materias carbonadas y betuminosas.	22'5 —
Sulfato cálcico	1'9 —
Sulfato de hierro	indicios
Sulfuro de hierro	19'4 —
Tierra arcillosa	34'0 —
Total.	<hr/> 100'0 por 100

Al contacto del aire se oxida el sulfuro de hierro y se convierte en sulfatos de hierro y de alúmina.

Luego de una combustión lenta, las cenizas piríticas ofrecen la siguiente composición:

Agua	10'0 por 100
Materias orgánicas	36'0 a 40'0 —
Sulfato de hierro	6'0 a 7'0 —
Sulfato de alúmina	3'0 a 10'0 —
Nitrógeno	0'2 a 0'7 —

Muchas veces se lavan estas cenizas para extraer de ellas los sulfatos solubles. Las cernadas así obtenidas se emplean también como enmienda.

Se encuentra en estas cenizas:

Sulfato cálcico	3'0 a 4'0 por 100
Sulfato de hierro	5'0 a 6'0 —
Materias orgánicas	16'0 a 24'0 —
Nitrógeno	0'5 a 0'6 —

La eficacia de las cenizas negras en los suelos está íntimamente ligada a su abundancia en sulfatos de hierro y de alúmina. Se emplean ventajosamente en los prados naturales y artificiales, donde el sulfato de hierro destruye los musgos y algunas malas hierbas. Al reaccionar en la caliza del suelo, los sulfatos de hierro y de alúmina producen sulfato cálcico que modifica el poder absorbente de la tierra y moviliza los álcalis útiles. Por lo demás, las cenizas negras producen su mejor efecto en los terrenos calcáreos. Se esparcen en la primavera, por los prados, los tréboles y las alfalfas, a la dosis de 15 a 30 hectolitros por hectárea.

Acción física de las sales en el suelo

En lo que antecede hemos reconocido que el carbonato y sulfato cálcicos influyen notablemente en las propiedades del terreno. Hemos de preguntarnos si las diversas sales empleadas como abono en agricultura y que estudiaremos más adelante en este aspecto, influyen también en la composición de la tierra y sus propiedades. Sobre este particular hemos realizado desde hace algunos años experimentos cuyos principales resultados exponremos aquí, con reserva de pormenorizarlos separadamente (1).

(1) *Contribution à l'étude physique des sols* (En casa del autor, en Chartres).

Primeramente examinamos la acción de las diversas sales de cal empleadas como abono, o que pueden formarse en el suelo por doble descomposición, en la contextura y permeabilidad de la masa terrosa, Por medio de un aparato registrador a presión constante, hicimos pasar agua destilada a través de una misma columna de tierra fina muy homogénea y después soluciones salinas muy amplias; hemos comparados los rendimientos en unidad de tiempo.

Tomando como unidad la velocidad del agua destilada a través del mismo suelo, encontramos que dicha velocidad era en una solución de unos 2 gramos por litro:

En cloruro cálcico	1'90
En nitrato cálcico	2'00
En sulfato cálcico	1'35
En superfosfato	1'25

Así, pues, las diversas sales cálcicas tienen la propiedad, en grados diferentes, de favorecer, como el bicarbonato, el deslizamiento del agua y, por consiguiente, disminuir la compacticidad de la tierra. El prolongado y abundante empleo del yeso y sobre todo de los superfosfatos, siempre abundantes en sulfato cálcico, da por resultado mejorar las propiedades físicas del terreno. Los agricultores de Beauce han comprobado que el uso continuo de los superfosfatos disminuye la necesidad de renovar tan a menudo los enmargados.

Esta propiedad de dejar la tierra mullida pertenece también, en grado bastante elevado, a las sales de magnesia. Con el empleo de soluciones a 2 gramos por litro de cloruro y sulfato magnésicos, hemos notado que la velocidad del deslizamiento de los líquidos aumentaba en el agua destilada de 1 a 1'39 y 1'44.

Las sales amoniacales y los de potasa influyen también favorablemente en la permeabilidad, aunque en diversos grados. Mientras que el fosfato potásico modifica apenas la velocidad de deslizamiento, el cloruro potásico al 2 por 1,000 la eleva a 1'70; el sulfato y el nitrato potásicos, en el mismo grado de dilución, a 1'33, y el sulfato amónico a 1'27.

Pero lo más notable en este aspecto es la influencia de las sales sódicas. La adición de estas sales, aun en poca cantidad, al agua que atraviesa el suelo, modifica la composición de la tierra hasta el punto de hacerla algunas veces absolutamente impermeable.

El carbonato sódico a 2 gramos por litro, disminuye la velocidad de deslizamiento de 4,600 por 100 en relación al agua destilada. Este es el resultado de la propiedad que tiene esta sal de descuajar enérgicamente la arcilla aun en presencia de las sales cálcicas y de la caliza. Las sales sódicas que atraviesan el suelo en solución muy extendida dan por doble descomposición carbonato sódico a expensas de la caliza, y entonces propende señaladamente la tierra a perder el mullido. Una solución de 2 gramos por litro ha disminuido la permeabilidad un 80 por 100 con el nitrato de sosa; un 70 por 100 con el sulfato; un 82 por 100 con el fosfato, y la ha suprimido totalmente con sal marina. A las dosis en que se emplea el nitrato sódico o la sal de cocina en los campos, no desaparece su acción aunque sea más débil. Hace mucho tiempo que los cultivadores nos señalaron, y así lo hemos comprobado, que el nitrato sódico forma en el suelo una costra casi impermeable.

Si el nitrato sódico perjudica de esta suerte a la permeabilidad, tiene por otra parte, como la mayoría de sales, la propiedad, aun en pequeña dosis, de aumentar la potencia de ascensión capilar del agua. Por consiguiente, favorece la alimentación acuosa de las raíces a expensas del agua de las capas profundas.

Sin embargo, esta influencia en los terrenos arcillosos puede contrariarse por medio del apisonamiento del suelo, producido por la acción del carbonato sódico resultante de la doble descomposición con la caliza. Este apisonamiento disminuye considerablemente la velocidad del transporte del líquido.

II.—ESTIÉRCOL

El estiércol de granja es el más antiguo e importante de los abonos utilizados en agricultura. Además, es el que se

emplea más comúnmente y casi siempre el más económico. Está constituido por la mezcla de los excrementos sólidos y líquidos de los animales domésticos con las yácigas que se les preparan, y ya no es hoy el objeto principal de la crianza del ganado en las explotaciones rurales. El mejoramiento de las condiciones económicas, principalmente por el mayor consumo de carnes y la venta de motores de sangre, lo mismo que de los productos de la industria lechera, ha transformado el estiércol de producto principal en residuo de industria. Verdaderamente es un residuo de gran importancia agrícola, con la ventaja de haber disminuído sus gastos, por lo que ya no tiene valor el antiguo axioma: «El ganado es un mal necesario», sino que la crianza y explotación de los animales es uno de los más pingües rendimientos. Lejos de perder importancia con los progresos de la exportación rural durante la segunda mitad del siglo XIX, vemos que la producción de estiércol ha mejorado en calidad y cantidad, porque son mayores las especulaciones sobre el ganado y se recoge y conserva más cuidadosamente.

El estiércol de granja no es un abono de composición fija. Muchas causas alteran el valor fertilizante y la cantidad producida. Los factores principales de estas variaciones son, por una parte, la naturaleza, la composición y las proporciones de los excrementos mixtos que los componen, y dependen de la clase de animales, de su edad, alimentación e índole de las yácigas; y, por otra parte, el procedimiento de fabricación y conservación, según favorezca o contrarie las mutuas reacciones de los elementos del estiércol y según asegure su conservación o determine el desperdicio de los principios fertilizantes.

Las reacciones producidas en el montón de estiércol no son las últimas que sufre este producto, pues continúan de una manera variada, más o menos provechosa, según los procedimientos usados en su empleo.

Todos estos puntos deben examinarse sucesivamente, si queremos conocer la verdadera naturaleza del estiércol y obtener de su producción el mayor efecto fertilizante.

Excrementos sólidos y líquidos del ganado

De los forrajes que consumen, extraen los animales, mediante la digestión, todos los principios alimenticios indispensables para la producción de tejidos, calor y energía necesarias al funcionamiento de la viviente máquina. Los residuos de la digestión se expulsan en forma de excrementos sólidos, de aspecto distinto según la especie de animales.

Todas las sustancias digeridas que han entrado en la circulación y no han servido para formar tejidos, quedan consumidas más o menos completamente; las hidrocarbúridas dan por residuos agua y ácido carbónico, que eliminan la respiración pulmonar y la transpiración cutánea; las nitrogenadas también quedan consumidas, pero de una manera incompleta, y se transforman en urea, ácido úrico y ácido hipúrico, eliminados por los orines.

Desde nuestro punto de vista debemos atender mayormente a los elementos fertilizantes. El nitrógeno y las sales potásicas de los alimentos pasan en su mayor parte a los orines. Las sales cálcicas y magnésicas y los fosfatos van a parar a los excrementos sólidos.

Caballo.—Los excrementos sólidos del caballo, designados vulgarmente con el nombre de boñiga, son poco húmedos, al paso que los orines están concentrados y son muy alcalinos. Varía mucho la cantidad de excrementos producidos por día y por animal. A continuación exponemos algunos datos de segura información:

	Deyecciones sólidas	Deyecciones líquidas	Total
Según Boussingault	14·2	1·35	15·55
Según Müntz y Girard. . . .	9·35	1·30	10·65
Según Grandeau y Leclerc . .	6·0	3·2	9·2
Según Stöckhardt	16·4	4·1	20·5

El régimen alimenticio influye en la cantidad de producción. En el primer caso se trata de un caballo alimentado con heno (7·5 kilogr.) y avena (2·27 kilogr.). En el segun-

do, los caballos de granja observados consumían 3 kilogramos de heno y paja y 8 kilogramos de grano (avena y maíz). En el tercero, que es promedio de prolongadas observaciones realizadas en caballos de la *Compagnie des Petites Voitures* de París, los animales consumían un pienso mixto de heno, paja, granos y tortones. Los caballos alimentados exclusivamente con grano no dan apenas más de 2 a 5 kilogramos de estiércol sólido. Nutridos con paja y heno, dan de 10 a 20 kilos.

La composición media de estos excrementos es la siguiente:

1.º *Deyecciones sólidas*

	Stœckhardt por 100	Müntz y Girard por 100	Boussingault por 100	Promedios por 100
Agua	76'00	70'00	75'30	73'80
Materia seca	24'00	30'00	24'70	26'20
Nitrógeno	0'50	0'72	0'55	0'59
Acido fosfórico . . .	0'35	0'49	0'30	0'38
Potasa	0'30	0'54	»	0'42
Cal y magnesia . . .	0'30	»	»	0'30

2.º *Deyecciones líquidas*

	Stœckhardt por 100	Boussingault por 100	Andoinaud por 100	Promedios por 100
Agua	89'00	90'5	»	89'7
Materia seca	11'00	9'5	»	10'3
Nitrógeno	1'2	1'75	1'52	1'5
Acido fosfórico . . .	»	»	»	»
Potasa	1'5	0'8	0'92	1'0
Cal y magnesia . . .	0'8	»	»	0'8

Veamos cuánto excremento y materias fertilizantes produce anualmente un caballo de labranza. Para computarlo nos apoyaremos en los datos proporcionados por Stœckhardt, que a nuestro entender se acercan más a las condiciones de la práctica corriente por las cantidades producidas; y adoptaremos para la composición los promedios antes calculados:

	Deyecciones sólidas	Deyecciones líquidas	Total
Agua	4,440 kilogr.	1,345 kilogr.	5,785 kilogr.
Materia seca . .	1,560 —	155 —	1,715 —
	<hr/> 6,000 kilogr.	<hr/> 1,500 kilogr.	<hr/> 7,500 kilogr.
Nitrógeno . . .	35 kilogr.	22 kilogr.	58 kilogr.
Acido fosfórico .	23 —	»	23 —
Potasa.	25 —	15 —	40 —
Cal y magnesia.	18 —	12 —	30 —

Ganado lanar.—Lo mismo que los excrementos sólidos del caballo, los del carnero son relativamente secos y bastante concentrados. Los orines son poco abundantes y pobres.

Según Stœckhardt, un carnero de mediano peso produce por año:

Deyecciones sólidas	380 kilogr.
Orines	190 —
Total.	<hr/> 570 kilogr.

Müntz y Girard comprobaron que carneros de 40 kilogr. de peso vivo, alimentados con alfalfa y remolachas, daban por cabeza y por día 2'05 kilogr. de deyecciones mixtas, o sean 912 kilogramos anuales. Los óvidos alimentados en invierno con remolacha, dan mucho más aún que los sujetos a un régimen seco. El promedio de estas cantidades nos parece que representa la producción de un carnero en las condiciones ordinarias de las explotaciones rurales francesas. Así, pues, se pueden calcular unos 740 kilogramos de excrementos mixtos, compuestos de 500 kilogramos de parte sólida y 240 de orines.

La parte sólida tiene la siguiente composición:

	Stœckhardt por 100	Müntz y Girard por 100	Boussingault por 100	Promedios por 100
Agua	59'00	70'27	68'71	66'00
Materia seca . .	41'00	29'73	31'29	34'00
Nitrógeno . . .	0'75	0'60	0'72	0'70
Acido fosfórico .	0'60	0'47	1'52	0'86
Potasa.	0'30	0'37	»	0'33
Cal y magnesia.	1'50	»	»	1'50

En cuanto a los orines, contenían los siguientes elementos fertilizantes:

	Stœckhardt por 100	Müntz y Girard por 100	Boussingault por 100	Promedios por 100
Agua	86'5	»	89'4	88'00
Materia seca . . .	13'5	»	10'6	12'00
Nitrógeno	1'40	0'89	1'68	1'32
Acido fosfórico . .	0'05	»	»	0'05
Potasa	2'00	1'72	»	1'86
Cal y magnesia . .	0'60	»	»	0'60

Por lo tanto, un carnero mediano producirá anualmente las siguientes materias fertilizantes:

	Parte sólida	Orines	Total
Agua	330 kilogr.	211 kilogr.	541 kilogr.
Materia seca . . .	170 —	29 —	199 —
Total	500 kilogr.	240 kilogr.	740 kilogr.
Nitrógeno	3'5 kilogr.	3'2 kilogr.	6'7 kilogr.
Acido fosfórico . .	4'3 —	»	4'3 —
Potasa	1'7 —	4'5 —	6'2 —
Cal y magnesia . .	7'5 —	1'3 —	8'8 —

Los excrementos mixtos de los carneros se emplean directamente para estercolar las tierras en las mojadás. Más adelante nos ocuparemos en este procedimiento y sus ventajas. En el Mediodía de Francia se emplean algunas veces tan sólo los excrementos sólidos, barriendo cada día el corral para recogerlos. Un hectolitro pesa unos 70 kilogramos. En la región de Como, en Italia, se secan y pulverizan los excrementos sólidos para emplearlos, con el nombre de *polverino*, en el estercolado de los campos. Hay en Inglaterra apriscos con suelo de rejilla que deja pasar los desperdicios a un foso enladrillado. Se mezclan para su empleo con turba o cenizas de hulla.

Ganado bovino.—Los elementos sólidos de los animales bovinos son más acuosos y esponjosos y menos prontos en fermentar que los de carnero y caballo. Su acción fertilizante es más lenta, pero en cambio la boñiga de los bóvidos se mezcla mucho mejor con las yácigas.

Los orines, de reacción alcalina, son más abundantes y extendidos.

Puede admitirse que un bóvido de peso medio produce, por día, las siguientes cantidades de excremento:

	Boñigas	Orines	Total
Según Boussingault . . .	28'4 kilogr.	8'2 kilogr.	36'6 kilogr.
— Müntz y Girard (a).	26'7 —	10'4 —	37'1 —
— — — (b).	19'0 —	40'0 —	59'0 —
— — — (c).	22'0 —	6'2 —	28'2 —
— — — (d).	33'0 —	18'0 —	51'0 —
— Stœckhardt	27'3 —	11'0 —	38'3 —

Así, pues, una vaca produce, por término medio, 41'6 kilogramos de deyecciones mixtas, comprendiendo 26 kilogramos de boñigas y 15'6 kilogramos de orines.

Estos experimentos denotan muy claramente la influencia del régimen en la producción de excrementos. La vaca observada por Boussingault consumía 15 kilogramos de patatas y 7'5 de hierba retoñera, y pesaba 440 kilogramos.

Las vacas observadas por Müntz y Girard pesaban 550 kilogramos. En el experimento (a) el animal recibía 40 kilogramos de una mezcla de remolachas y cascarilla con 9 kilogramos de alfalfa seca. En el experimento (b) consumía 70 kilogramos de remolachas. En el experimento (c) comía 12 kilogramos de alfalfa, y finalmente, en (d), otras dos vacas consumían cada una, diariamente, 53 kilogramos de alfalfa tierna procedente de la segunda siega.

Veamos la composición de estos excrementos:

1.º Boñigas

	Stœckhardt		Boussingault	Müntz y Girard	Promedios
	Vaca	Buey para engorde			
Agua.	84'000	83'00	85'90	81'000	83'50
Materia seca. . .	16'000	17'00	14'10	19'000	16'50
Nitrógeno. . . .	0'300	0'35	0'32	0'330	0'32
Acido fosfórico.	0'225	0'30	0'14	0'18	0'21
Potasa	0'100	0'15	»	0'190	0'15
Cal y magnesia.	0'100	0'50	»	»	0'30

2.º *Orines*

Agua.	93'00	92'50	90'20	94'20	91'70
Materia seca. . .	7'60	7'50	9'80	8'80	8'30
Nitrógeno. . . .	0'80	1'10	0'70	0'80	0'85
Acido fosfórico.	»	0'01	»	1'01	0'01
Potasa	1'40	1'50	»	1'30	1'40
Cal y magnesia.	0'15	0'12	»	»	0'13

Una vaca de 500 kilogramos de peso vivo produce, pues, por año, el siguiente promedio de substancias fertilizantes:

	Boñigas	Orines	Total
Agua.	7,924 kilogr.	5,221 kilogr.	13,145 kilogr.
Materia seca. . .	1,566 —	473 —	2,039 —
Total.	9,490 kilogr.	5,694 kilogr.	15,184 kilogr.
Nitrógeno. . . .	30'4 kilogr.	48'5 kilogr.	78'9 kilogr.
Acido fosfórico.	20'0 —	0'6 —	20'6 —
Potasa	14'0 —	79'7 —	93'7 —
Cal y magnesia.	28'5 —	7'4 —	35'9 —

Raras veces se emplean en estado natural los excrementos del ganado bovino. No obstante, en Inglaterra, se apriscan los bueyes para cebarlos con un pienso suplementario de nabos, remolachas o patatas. En las comarcas forrajeras, como la de Bray, se apriscan las vacas en los prados. Diez vacas pueden apriscar unos 10 metros cuadrados por día, lo que produce efectos muy notables al cabo de dos años, y extirpa las gramíneas bastardas de los prados.

Cuando los animales bovinos pacen en el prado, sus boñigas permanecen casi siempre allí donde caen, se secan y no sirven más que durante corto tiempo. Es necesario diluirlas en agua, como se hace en Flandes y en el Poitou, para esparcirlas en la superficie del terreno por medio del achicador.

Ganado de cerda.—Las deyecciones sólidas de los cerdos son muy acuosas y sus orines muy abundantes, pues sus alimentos contienen mucha agua.

Observado un cerdo de ocho meses que pesaba 60 kilogramos, nutrido con una papilla de 7 kilogramos de patatas cocidas, Boussingault anotó:

Excrementos sólidos	1'00 kilogr.
Orines	3'05 —

Lo que corresponde a una producción anual de 365 kilogramos de deyecciones sólidas y de 1,100 kilogramos de orines. Según Stœckhardt, un cerdo mediano produce anualmente:

Excrementos sólidos	900 kilogr.
Orines	600 —

Estos resultados discrepan mucho y denotan que el régimen influye poderosamente en las deyecciones de estos animales.

Los excrementos sólidos contienen:

	Stœckhardt	Boussingault	Promedio
Agua	80'00	84'00	82'00
Materia seca	20'00	16'00	18'00
Nitrógeno	0'60	0'70	0'65
Acido fosfórico	0'45	0'62	0'53
Potasa	0'50	»	0'50
Cal y magnesia	0'30	»	0'30

Los orines contienen:

Agua	95'500	97'90	97'70
Materia seca	2'500	2'10	2'30
Nitrógeno	0'300	0'23	0'26
Acido fosfórico	0'125	0'04	0'08
Potasa	0'200	»	0'20
Cal y magnesia	0'050	»	0'50

Si admitimos la producción de excrementos indicada por Stœckhardt, y tomando los anteriores promedios de composición, se obtienen las cantidades siguientes de materias fertilizantes por cabeza y por año:

	Excrementos	Orines	Total
Agua	738 kilogr.	586 kilogr.	1,324 kilogr.
Materia seca	162 —	14 —	176 —
Total	900 kilogr.	600 kilogr.	1,500 kilogr.
Nitrógeno	5'9 kilogr.	1'6 kilogr.	7'5 kilogr.
Acido fosfórico	4'8 —	0'5 —	5'3 —
Potasa	4'5 —	1'2 —	5'7 —
Cal y magnesia	2'7 —	0'3 —	3'0 —

De los datos precedentes, resulta que los orines del ganado abundan en nitrógeno y potasa y, en cambio, casi no contienen ácido fosfórico. Por lo tanto, es mucho su valor fertilizante, ya que dichos elementos están en forma muy asimilable. Por otra parte, su fuerte reacción alcalina les comunica la propiedad de obrar enérgicamente en las yácigas, para transformar la materia orgánica en humatos alcalinos durante la fermentación. Dado su gran valor fertilizante, es imperdonable que muchos agricultores los dejen escurrirse del estercolero en lugar de recogerlos cuidadosamente.

Por el contrario, los excrementos sólidos del ganado son relativamente pobres en nitrógeno y potasa, con la desventaja de estar en forma más difícilmente soluble y asimilable, aunque, en cambio, contienen las cuatro quintas partes del ácido fosfórico y cal de los alimentos. La fermentación bien cuidada convierte en asimilables estas substancias y, además, la abundante materia orgánica que contienen es copiosa fuente de mantillo.

A consecuencia de estas relativas diferencias de composición, los excrementos líquidos favorecen la vegetación herbácea, mientras que las deyecciones sólidas son más favorables a la producción gramínea.

Así se ve que el agricultor debe poner el mayor interés en mezclar excrementos sólidos y líquidos. Las deyecciones mixtas son más favorables a la vegetación regular y aseguran un desarrollo más normal y continuado.

Yácigas

Las yácigas tienen por objeto proporcionar a los animales un lugar de reposo, blando, limpio y sano. Además, es necesario que absorban bien los líquidos para que embeban en lo posible los orines expelidos por el ganado. No hay que echar en olvido tampoco que influyen notablemente en la formación del estiércol como primordial elemento de las materias húmicas, cuya notable acción en la fertilidad del suelo es hoy indiscutible. También hay que tener en cuenta su abundancia en principios nutritivos. Sin embargo, esta

consideración nos parece secundaria, como más adelante trataremos de demostrar.

En Francia, donde tan extendido está el cultivo de cereales, la paja constituye casi la única yáciga del ganado, salvo en los pastos montañosos y en las comarcas forrajeras. Por su contextura fibrosa, es la paja a la vez elástica y absorbente en grado a propósito para asegurar el bienestar de los animales en condiciones de higiene y limpieza. Las pajas más usuales para yácigas son las de trigo, avena y cebada. La de centeno no abunda tanto en Francia y se reserva para elaborar ligaduras, esteras y tejados de choza. Sólo se emplea para yácigas en las comarcas pobres o en las montañosas.

Desde el punto de vista que nos ocupa, es preferible la paja de trigo por más elástica, conservarse mejor y aplastarse menos bajo el peso de los animales. La paja de avena es más blanda y todavía más la de cebada.

Su poder absorbente para los líquidos es muy considerable. Por término medio, 100 kilogramos de paja retienen las siguientes cantidades de agua:

Trigo.	220 kilogr.
Avena	228 —
Cebada	285 —

Su riqueza en principios fertilizantes es poca. Cabe asignarles la siguiente composición:

	Trigo. por 100	Avena. por 100	Cebada. por 100	Centeno. por 100
Nitrógeno	0·48	0·56	0·64	0·40
Acido fosfórico	0·22	0·28	0·19	0·25
Potasa	0·63	1·63	1·07	0·86
Cal.	0·27	0·43	0·33	0·31
Magnesia	0·11	0·23	0·12	0·12

Ordinariamente contienen 15 por 100 de agua y 85 por ciento de materia seca.

Como la cantidad de paja para yáciga que generalmente se distribuye a los animales es de 6 a 10 kilogramos por día, y por 1,000 kilogramos de peso vivo, notaremos que aportan

pocos elementos nutritivos al estiércol. Tomando la cantidad media de 4 kilogramos por cabeza de ganado mayor, se obtiene el consumo anual de unos 1,500 kilogramos de paja para yáciga que contiene aproximadamente:

Nitrógeno	7'5 kilogr.
Acido fosfórico	3'0 —
Potasa	16'0 —
Cal	5'0 —
Magnesia	2'2 —

Los excrementos sólidos y líquidos producidos en el transcurso de un año por una res mayor, aportan al estiércol, como antes hemos visto, de seis a siete veces más de nitrógeno y de ácido fosfórico y tres veces más de potasa. Según indicamos, es necesario atender más bien a las condiciones físicas de la paja que a su aporte de principios nutritivos.

La cascarilla de los cereales puede servir igualmente para yáciga, aunque sólo cuando los de trigo y avena no puedan emplearse en la alimentación, pues son más ricas en principios digeribles que la paja propiamente dicha. La cascarilla de centeno y cebada, a causa de sus barbas, sólo sirve de estiércol. Tiene la siguiente composición mineral:

	Cascarilla de:			
	Trigo	Avena	Cebada	Centeno
Nitrógeno.	0'72	0'64	0'48	0'58
Acido fosfórico	0'40	0'13	0'24	0'56
Potasa	0'84	0'45	0'93	0'52
Cal	0'17	0'40	1'25	0'35
Magnesia	0'12	0'15	0'15	0'11

Lo mismo que la paja, contienen 15 por 100 de agua, y generalmente son más ricas en nitrógeno.

En las explotaciones en que se cultiven la *colza*, la *camelina* y la *adormidera*, es conveniente utilizar las cañas y las vainas para yácigas, en vez de quemarlas, como se acostumbra muy a menudo. Las vainas de la colza o las cápsulas de la camelina pueden también emplearse provechosamente en la alimentación del ganado como sucedáneas de la cascarilla de los cereales, mezcladas con un 8 por 100 de raíces trin-

chadas. Es evidente que la grosera paja de las citadas plantas es menos absorbente que la paja de los cereales, de suerte que conviene distribuirlas en doble cantidad. Por otra parte, su dureza exige que se dejen más tiempo a los pies de los animales. Como exponemos a continuación, son más ricas en principios fertilizantes:

	Paja de colza	Vainas de colza	Cápsula de camelina	Paja de adormidera
Nitrógeno	0'56	0'64	0'43	0'41
Acido fosfórico	0'25	0'37	0'15	0'23
Potasa	1'13	0'95	1'27	2'00
Cal.	1'17	3'51	1'60	1'50
Magnesia	0'25	0'58	0'23	0'31

El poder absorbente de la paja de colza es de unos doscientos kilogramos de agua por 100 kilogramos de pajas secas.

La *hojarasca de las leguminosas* se emplea también ventajosamente en yácigas, por más que su poder absorbente es, en general, menor, excepto la de habichuelas (330) y constituyen una yáciga no tan cómoda. Su riqueza en elementos fertilizantes y sobre todo en nitrógeno, permite obtener un estiércol muy activo, tanto más cuanto basta la mitad de la cantidad empleada de paja de cereales.

He aquí su composición:

	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa	Cal	Magnesia
Guisantes	1'04	0'35	0'99	1'58	0'35
Frijoles	1'63	0'29	1'94	1'20	0'26
Habas	1'60	0'39	1'28	1'11	0'25
Arvejas	1'20	0'27	0'63	1'56	0'37
Altramuces.	0'94	0'25	1'77	0'97	0'34
Habichuelas	1'36	0'61	1'79	3'30	»

En Bretaña y en la Meseta Central, el cultivo del alforjón está muy extendido. Su paja sólo sirve para yácigas. Contiene:

Nitrógeno	0'78
Acido fosfórico.	0'18
Potasa	1'28
Cal	1'91
Magnesia	0'19

En comarcas como la Sologne, donde se cultiva la alcahofa de Jerusalén, pueden emplearse sus pajas en yácigas, con tal de aplastarlas previamente por el paso de los vehículos. Absorben aproximadamente un 250 por 100 de su peso de agua y contienen:

Nitrógeno	0'43
Acido fosfórico.	0'10.
Potasa	0'40
Cal	0'90

Además de estos productos peculiares de una casa de campo, puede recurrirse en circunstancias especiales y casos de penuria a determinado número de vegetales espontáneos. En las comarcas arenosas se utilizan los *brezos*, los *helechos*, la *retama* y la *hiniesta*; en los pantanosos, las *cañas*, el *cárice* y los *juncos*; en las marinas, los *fucos* u *ova*, y en los forestales, las *hojas* y el *serrín*, como también las *cortezas*, y finalmente, en los países de hornagueras, se recurre con éxito a la *turba musgosa*.

Véase la composición de estas diversas yácigas:

	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa	Cal	Magnesia
Brezos	1'00	0'11	0'21	0'36	0'16
Helechos.	2'40	0'45	1'86	0'56	0'31
Retama	2'50	0'21	0'75	0'22	0'16
Cañas	1'10	0'12	0'43	»	»
Cárices	»	0'47	2'31	»	»
Juncos	»	0'35	1'67	0'42	0'30
Ova.	1'36	0'45	1'71	2'09	1'25
Hojas de roble	0'80	0'34	0'30	2'00	0'43
— de pino.	0'80	0'10	0'13	0'48	0'12
— de abeto	0'50	0'27	0'25	1'25	0'23
— de haya	0'80	0'24	0'30	2'60	0'31
Musgo.	1'00	0'15	0'32	0'28	0'13
Serrín de abeto	0'18	0'30	0'72	1'05	0'20

Los productos de los páramos deben desmenuzarse antes de su empleo, lo que se logra económicamente extendiéndolos bajo el paso de los carros. Sus propiedades absorbentes son bastante elevadas, luego de secas al aire libre. Los brezos absorben 145 por 100 de su peso de agua; el helecho, el

212 por 100; las yácigas procedentes de bosque, cerca de 250 por 100. Es menos provechoso el empleo de plantas procedentes de terrenos pantanosos.

En cuanto a las *hojas secas*, si bien superan a la paja en riqueza de nitrógeno, son menos absorbentes (200 kilogramos por 100), y además, el estiércol que de ellas se obtiene se descompone lenta y difícilmente, además de ser frío, compacto, con tendencia a la acidez, por lo que sólo conviene en los terrenos calcáreos. Las hojas de las coníferas forman yácigas no muy buenas y retienen mal los orines.

El *serrín de madera* se emplea ventajosamente. Forma una yáciga muy conveniente a los animales y tiene doble poder absorbente que la paja. Desgraciadamente es muy pobre en elementos fertilizantes. Se emplean de 4 a 5 kilogramos por cabeza de ganado mayor. No obstante, debe evitarse el serrín de roble, cuyo abundante tanino perjudicaría la vegetación.

La *turba musgosa* es una excelente yáciga. Contiene de 1 a 2 por 100 de nitrógeno, pero sólo vestigios de potasa y ácido fosfórico. Su poder absorbente es muy elevado, ya que 100 kilogramos pueden retener de 500 a 700 kilogramos de agua. Además, tiene la ventaja de retener y fijar enérgicamente el amoníaco. Nunca será demasiado recomendado su uso en las regiones donde se produce y en todas partes cuando haya escasez de paja. A pesar de todo, es preciso contar con los gastos de transportes, que pueden ser relativamente crecidos.

La cantidad de turba necesaria para yáciga es de 75 a 100 kilogramos por caballo y por mes. En los animales cornúpetos se emplean 90 kilogramos, y 15 kilogramos en los cerdos.

Además de estas yácigas formadas de materias orgánicas, puede utilizarse en determinadas circunstancias la tierra seca. Su poder absorbente es de 50 por 100, por lo que debe emplearse un peso cuatro o cinco veces mayor que el de la paja. También es necesario removerla con el rastrillo una o dos veces al día para facilitar la absorción de las deyecciones. Se remueve diariamente su superficie con tierra fresca y

se muda toda la yáciga cuando llega a veinte centímetros de espesor. Si el estiércol así obtenido es muy embarazoso, tiene la ventaja de evitar en gran manera las pérdidas de elementos fertilizantes, como veremos más adelante.

Pérdida de nitrógeno en los establos

En los métodos generalmente adoptados para la preparación del estiércol, resultan a menudo enormes pérdidas de nitrógeno. Con razón estas pérdidas preocuparon desde hace cincuenta años a los sabios y a los agrónomos. Boussingault, Wölker, Wolf, Kühn y después Dehérain, Schlösing y Joulie, han estudiado diversas fases de esta compleja cuestión, sobre todo las pérdidas ocasionadas en los montones de estiércol, ya por volatilización del nitrógeno, ya por pérdida de purín. Sin embargo, las pérdidas no son tan importantes en los montones como en el establo.

Todo cultivador cuidadoso puede evitar fácilmente las pérdidas de purín, pavimentando las cuadras o los establos y construyendo una atarjea detrás de los animales que conduzca el exceso de orines a una cisterna de purín. Más difícil de evitar es la volatilización del amoníaco procedente de la fermentación de la urea.

Durante estos últimos años, Müntz y Girard se dedicaron al estudio de las pérdidas producidas desde el momento de la deyección excrementicia hasta el amontonamiento del estiércol. Trataremos de resumir los principales resultados de sus investigaciones.

Fáciles de comprobar son las pérdidas de nitrógeno, en forma de gas amoniacal, en los establos bien cuidados en que se recoge cuidadosamente el purín. Si la aireación es deficiente, se nota al entrar en los establos y apriscos escorzor en los ojos ocasionado por el carbonato amónico. Mas para determinar la importancia ponderal de estas exhalaciones, es preciso recurrir a exactos análisis. El método empleado por nuestros autores consiste esencialmente en dosificar el nitrógeno de los forrajes, yácigas y estiércoles al

salir del establo, y en pesar exactamente los piensos del ganado y el estiércol producido.

1.^o *Caballos*.—Se hicieron las investigaciones en las cuadras de la Compañía de Omnibus de París, cuya limpieza es exquisita. Los mozos de cuadra quitan los excrementos con la mano a medida que se producen, y los orines quedan casi por entero absorbidos por las yácigas, que consisten en 4'800 kilogramos de paja de cereales, rastrillada antes de extenderla en el suelo.

Este experimento duró un mes, y se hizo con doce caballos percherones, que permanecieron en la cuadra sin variar de peso.

Durante todo el experimento consumieron 43'759 kilogramos de nitrógeno en sus alimentos, y recibieron en las yácigas 8'614 kilogramos del mismo principio fertilizante. El estiércol, que se sacaba cada día, se amontonaba y comprobaba cada diez días. Pesaba en total 6,327 kilogramos, con 39'860 kilogramos de nitrógeno.

De esto se infiere que en las mejores condiciones se perdieron 12'58 kilogramos de nitrógeno, lo que corresponde a un 28'7 por ciento de nitrógeno consumido.

2.^o *Vacas*.—Se hicieron cuatro experimentos con vacas lecheras. En el primero se les quitó las yácigas a los animales, y los excrementos, sólidos y líquidos, se recogieron cuidadosamente. De 100 kilogramos de nitrógeno absorbido en forma de alfalfa verde, deducida la incorporada a los animales en forma de peso vivo y convertida en leche, se notó una pérdida de 27'2 kilogramos.

En los demás experimentos, se proveyó de yáciga a las vacas, y los establos se limpiaban una o dos veces por semana, concluyendo por pesar y comprobar el estiércol.

Se alimentaron cuatro vacas flamencas y otras cuatro bretonas con alfalfa verde y harina de centeno, durante treinta días, resultando una pérdida de 33'6 por 100 del nitrógeno ingerido. En otra prueba de treinta y tres días con los mismos animales, la pérdida se elevó a 32 por 100. Finalmente, en una prueba de cuarenta y siete días, hecha con tres vacas flamencas, cinco vacas bretonas y dos novillos

bretones, el nitrógeno perdido se elevó 35'2 por 100. Así fué que la pérdida varió de 27 a 36 por 100, con un término medio de 33 por 100.

3.º *Carneros*.—Todos los experimentos se efectuaron de la manera siguiente: Se colocaba en un corral de piso asfaltado un lote de 25 carneros, proporcionándoles desde un principio yáciga limpia y cómoda que retuviese completamente los orines. El estiércol se acumulaba debajo de las reses, según costumbre en las grandes majadas, para sacarlo al final del experimento. Los resultados fueron:

	Nitrógeno perdido p. 100 de nitrógeno consumido
1.º Alfalfa verde	50'2
2.º — seca	55'3
3.º — seca	45'9
4.º — seca	43'8
5.º — seca	44'3
6.º Alimentación variada	55'3

Las pérdidas oscilaron entre 44 y 55 por 100, con un promedio de 49 por 100.

De las tres especies de animales en que se hicieron las pruebas de estabulación, corresponde la pérdida mayor al carnero. En el ganado bovino y caballar, sólo se pierde el tercio del nitrógeno, mientras que en los carneros se pierde la mitad.

Estos experimentos encierran una advertencia capital. No conviene continuar desperdiciando el nitrógeno de los forrajes y vernos precisados a invertir anualmente crecidas cantidades en abonos nitrogenados. Debemos concentrar todos nuestros esfuerzos en el objeto señalado por tan sabios experimentadores, ya que el principal beneficio en agricultura es el mejor asegurado, o sea el aprovechamiento de todos los recursos de la finca. Bueno es obtener exuberantes cosechas con auxilio de los abonos del centeno, con sulfato amónico y nitrato sódico; pero cien veces mejor es llegar al mismo resultado sin dispendio.

La causa del desperdicio del nitrógeno en los experimen-

tos precedentes es la fermentación amoniaca de los orines, que principia desde que salen del animal y prosigue intensamente en la yáciga. Aparte de esto, no hay pérdida apreciable de líquidos o sólidos; es decir, que las cifras que acabamos de resumir deben considerarse como un mínimo, pues en la práctica no se toman ni las más elementales precauciones para conservar las materias fertilizantes naturales, ni tampoco se tiene mayor cuidado en recoger el exceso de orines que se escurren de las yácigas al establo, que en almacenar el purín desperdiciado en arroyos fangosos desde el estercolero a la balsa vecina.

Anteriormente hemos visto cuán grandes son las pérdidas de que tratamos, y sabemos que sobre todo se producen en el establo a consecuencia de la fermentación rápida de los orines, que produce carbonato amónico muy volátil.

En la práctica no es posible impedir esta fermentación, y para evitar sus enojosas consecuencias, es necesario o bien fijar el nitrógeno amoniaca por medio de materias absorbentes o añadir determinados productos químicos capaces de transformar el carbonato amónico volátil en sal fija.

La yáciga de los animales desempeña, hasta cierto punto, función absorbente. Müntz y Girard, cuyos experimentos transcribimos, lo han demostrado científicamente en pruebas efectuadas con carneros, de modo que cuando a los animales alojados en un corral asfaltado no se les provee de yáciga, hay una pérdida de 59 por 100 del nitrógeno consumido. Por el contrario, cuando los animales, con el mismo régimen alimenticio, tienen yáciga normal, la pérdida de nitrógeno sólo es de 50 por 100. Si se provee a los carneros de yáciga muy abundante, la pérdida se contrae al 40 por 100.

La yáciga tiene manifiesta acción para impedir las pérdidas de nitrógeno; pero aun es muy deficiente, pues la pérdida resulta enorme en el caso más favorable.

De algunos años a esta parte se emplea la turba musgosa para yácigas del ganado, sobre todo en Alemania y Holanda, aparte de otros países. La estructura de la turba es análoga a la del negro animal, cuyas propiedades absorbentes respecto del amoníaco son muy conocidas. Además, la

turba es una substancia ácida que, gracias a esta propiedad, puede combinarse con el amoniaco y transformarlo en combinaci3n fija. Por lo tanto, era de prever que las yá-cigas de turba, si no impidieran, al menos atenuarían las pérdidas de carbonato amónico.

Para comprobar estas presunciones se hicieron experimentos en las caballerizas de la Compañía de Omnibus, con treinta y dos caballos, sujetos durante un mes al mismo régimen y divididos en dos grupos de igual peso total.

Durante las pruebas, hacían los caballos el servicio ordinario de tracci3n y estaban ausentes de la cuadra cuatro horas al día. Las pérdidas que vamos a señalar se componían de dos elementos: las deyecciones callejeras y la volatilizaci3n del amoniaco. Como los dos grupos de caballos estaban exactamente el mismo tiempo fuera de la cuadra, puede admitirse sin error que las pérdidas de las deyecciones fueron sensiblemente las mismas y que las diferencias advertidas sólo podían atribuirse al nitr3geno desprendido en la atm3sfera.

La caballería que recibió yá-ciga de paja de trigo, calculada por la duraci3n de la experiencia en 2,302 kilogramos, dió una pérdida de nitr3geno de 63'7 por 100.

Los caballos que durmieron en yá-ciga de turba, en cantidad total de 1,500 kilogramos, sólo dieron el 48'4 por 100; con lo que tenemos de pérdida, en diferencia a favor de la turba, el 15'3 por 100. La substituci3n de 1,500 kilogramos de turba en lugar de 2,302 kilogramos de paja de trigo para formar las yá-cigas necesarias para los treinta y dos caballos, permiti3 economizar 14 kilogramos de nitr3geno, puesto que en total se consumieron 91 kilogramos.

Por lo tanto, la yá-ciga de turba es mucho más absorbente que la de paja. Su empleo es recomendable donde la turba esté barata y la paja pueda venderse fácilmente.

En Holanda, Inglaterra y Suiza suele emplearse la tierra para yá-ciga. En Francia, apenas se recurre a esto, aunque, a nuestro parecer, la tierra seca puede utilizarse cuando la paja escasea o es muy cara.

La tierra seca de mediana consistencia y sin piedras es también una yá-ciga muy conveniente para los animales,

pues desde hace tiempo quedó demostrado que la tierra seca absorbe en considerable proporción el amoníaco. En experiencias efectuadas con carneros y vacas, disminuyó la tierra seca en una mitad la pérdida de nitrógeno, lo que debe tenerse en cuenta dado el carácter económico que debe presidir en las explotaciones agrícolas.

De las distintas clases de materias para yácigas de ganado, parece que la tierra posee en mayor grado la propiedad de absorber el nitrógeno y evitar su volatilización.

La tierra obra en la fijación del nitrógeno no sólo por su poder absorbente, sino también porque favorece mucho la nitrificación del amoníaco, el cual, rápidamente transformado en «nitrato», cesa de ser volátil y se lo asimilan mejor los vegetales.

Por lo tanto, el empleo de la tierra es recomendable en general; pero veamos cómo debe procederse en la práctica. Es inútil poner a disposición de los animales una gran cantidad de «tierra» para yáciga, porque en este caso sólo la zona superior de la misma interviene como excipiente. Se debe formar la yáciga superponiendo la tierra en capas sucesivas, que diariamente vayan recubriendo las deyecciones. También conviene remover la yáciga terrosa una vez o dos cada día con la horquilla. Cuando la yáciga tiene un espesor de 20 centímetros aproximadamente, se extrae la capa de tierra. Este procedimiento mixto tiene dos ventajas que los cultivadores habrían de estimar: la mayor limpieza de las cuadras, establos y apriscos y la conservación del nitrógeno. El procedimiento consiste en esparcir todos los días sobre la yáciga de la víspera, antes de dar la paja del día, suficiente cantidad de paletadas de tierra seca.

Las pérdidas de nitrógeno producidas en los establos son así fáciles de atenuar en notables proporciones, aun cuando no pueda evitarse. Las investigaciones de Müntz y Girard tienen una aplicación práctica que han de apreciar los agricultores. Examinemos qué ventajas resultarían de la aplicación racional del procedimiento combinado consistente en preparar la yáciga de los animales con paja y tierra.

En el departamento francés de Eure-et-Loir, la población

animal puede apreciarse en peso vivo, como término medio de las existencias en los últimos diez años:

Caballos, asnos y mulos	2.877,554 quintales.
Bueyes, vacas y terneras.	6.613,441 —
Carneros	5.899,813 —
Cerdos	660,000 —
Total.	16.020,808 quintales.

De lo que se desprende que, como término medio, puede señalarse que en la alimentación de los animales entran 14'6 kilogramos de nitrógeno por 100 kilogramos de peso vivo y por año. El nitrógeno consumido en un año por el ganado sería de 233,903 toneladas métricas. Del nitrógeno consumido ha de computarse una pérdida promedia de 30 por 100 en las vacas y caballos, y de 50 por 100 en los carneros; teniendo en cuenta las proporciones relativas de las diferentes especies, la pérdida promedia es de 33 por 100, equivalente a 77,000 toneladas.

Puesto que con el empleo de la tierra como absorbente, queda probado que la pérdida se reduce a la mitad, está claro que tendríamos en forma de estiércol 38,000 toneladas de nitrógeno excedente, cantidad enorme, puesto que le corresponde un valor de 38 millones, valorando en 1 franco el kilogramo de nitrógeno y refiriéndonos a una estercoladura de 76 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Estas cifras son elocuentes, y los cultivadores cuidadosos de sus intereses advertirán las consecuencias prácticas que de ellas se derivan. La agricultura no habría de comprar nitrógeno, pues lo tiene en abundancia con sólo utilizar las yácigas del ganado. Seríamos culpables del delito de lesa patria si no modificáramos los antiguos procedimientos que, si bien bastaron a satisfacer las necesidades de nuestros padres, su continuación nos impediría alcanzar la victoria en la lucha agromundial, pues hay que pensar en la competencia que el viejo mundo tiene que sostener con el naciente, en América, en las Indias, es decir, entre las tierras agotadas y las tierras vírgenes.

- *Empleo de agentes químicos.* — Se ha recomendado

hace tiempo incorporar a los estercoleros de los establos y de los fosos, diversas substancias cuyos elementos químicos puedan retener el amoníaco volátil formado durante la fermentación o para impedirlo.

En otro tiempo, Payen preconizó el empleo de la cal para atajar la descomposición amoniaca de los orines frescos, aconsejando esparcir cal lechosa por el suelo de los establos. En sus experimentos con la orina de vaca, comprobaron Müntz y Girard que las pérdidas amoniacaes eran siempre mayores en los orines encalados que en los naturales.

Si se adiciona cal apagada al estiércol fresco, se observa igualmente que el desprendimiento amoniaca es más rápido y considerable.

Operando con estiércoles en montón, mezclados con escorias fosforadas abundantes en cal, observó Holdeffeis que la pérdida de nitrógeno pasaba de 11'5 a 15'5 por 100.

Por lo tanto, el empleo de la cal no debe recomendarse, puesto que es de todo punto desfavorable a la calidad del estiércol.

Además de la cal, que debía atajar la fermentación amoniaca, se han aconsejado otros agentes fijadores del amoníaco gaseoso, tales como el sulfato de hierro, el yeso fosfatado, etc.

Veamos qué puede decirse acerca del empleo de estas substancias para retener el álcali volátil.

El sulfato de hierro, en contacto con el carbonato amónico, lo descompone para formar sulfato amónico fijo y carbonato de hierro, que se oxida rápidamente al contacto del aire, para transformarse en moho, que ya no puede reaccionar con el sulfato amónico formado. Teóricamente, el sulfato de hierro es un fijador absoluto del amoníaco. Examinemos ahora lo que se produce en la práctica.

Un grupo de veinte carneros descansó durante 21 días en una yáciga de paja espolvoreada de cuando en cuando con polvo de sulfato de hierro. La cantidad de paja era de 30 kilogramos, y se esparcieron 6 kilogramos de sulfato de hierro, o sean 15 gramos por día y por carnero.

La pérdida de nitrógeno llegó al 48'3 por 100. Esta pro-

porción no es de ningún modo inferior a la pérdida comprobada en condiciones ordinarias; así, pues, a la débil dosis de 300 gramos por 500 kilogramos de peso vivo, el sulfato de hierro no produjo efecto útil.

¿Cuál es la causa de esta inacción? Reside en la abundancia de carbonatos alcalinos fijos que tienen los estercoleos. El sulfato de hierro sólo reacciona con el amoníaco después de saturar los carbonatos potásico y sódico de los orines. Para que el sulfato de hierro produzca efectos útiles en el caso que nos ocupa, tendría que emplearse en grandes cantidades. Determinadas las cantidades de carbonatos sódico y potásico de los pastos naturales y averiguadas las pérdidas de amoníaco en las condiciones normales de la producción del estiércol, los citados autores formularon la siguiente tabla, en kilogramos:

	Caballo de 550 kilos	Vaca de 500 kilos	Carnero de 45 kilos
Nitrógeno volatilizado.	12·9	46·2	6·9
Sulfato de hierro necesario:			
1.º Para fijar este nitrógeno. .	147·4	528·0	78·8
2.º Para descomponer los car- bonatos alcalinos	55·2	166·3	13·7
3.º Cantidad total necesaria. .	202·6	694·3	92·5

indicadora de la cantidad mínima de sulfato de hierro necesaria para obtener el resultado apuntado (decimos cantidad mínima, porque no puede admitirse que en la práctica corriente el sulfato de hierro entre íntegramente en reacción). Por otra parte, estas cifras deben ser mayores por las impurezas que forzosamente encierra el sulfato de hierro en bruto del comercio.

Para fijar el nitrógeno que se desprende en un establo de vacas, deberían gastarse más de 800 kilogramos de sulfato de hierro por cabeza, o sean unos 64 francos aproximadamente.

Para obtener en el comercio 46 kilogramos de nitrógeno nítrico, se hubieran tenido que gastar 69 francos. Se ve claramente que no existe ventaja apreciable en la aplicación de la sal de hierro.

Pero, al propio tiempo, el empleo de tan grandes cantidades de sulfato de hierro, saturarían la alcalinidad del estiércol que desmerecería considerablemente, anulándose. Las importantísimas modificaciones resultantes de la acción de los líquidos alcalinos de los orines producen la *materia negra* aceitosa y dulce que caracteriza el estiércol descompuesto. Además, los prácticos utilizan y prefieren el estiércol descompuesto porque resulta más activo que el estiércol fresco. Dehérain demostró que la materia negra puede servir directamente de alimento carbonitrogenado a las plantas forrajeras, azucareras y leguminosas.

Importa fijar la atención sobre estos hechos prácticos relativos al empleo del sulfato de hierro en los establos y en los estercoleros.

¿Puede prestar mejores servicios el yeso? Teóricamente resulta que poniendo en contacto yeso o sulfato cálcico y carbonato amónico, se forman sulfato amónico y carbonato cálcico. Pero esta última sal reacciona a su vez con la sal amoniacal formada y tiende a descomponerla. El sulfato cálcico no es, como el sulfato de hierro, un fijador teóricamente absoluto del amoníaco, sino únicamente un retardatario de su volatilización.

En ensayos prácticos en apriscos de carneros efectuados durante veintidós días, se esparcieron 100 gramos de yeso cada día y por cabeza; la pérdida de nitrógeno volátil sólo fué de un 34 por 100. En la misma época y en condiciones iguales se había perdido un 55 por 100 en otro aprisco enyesado. A estas elevadas dosis el yeso ejerce evidente acción.

Con 500 kilogramos de yeso por año y por 500 kilogramos de peso vivo, quedó fijado en este experimento un 20 por ciento del nitrógeno retenido, o sean 28 kilogramos por año, y el yeso costó sólo 5 francos. El empleo del yeso en los establos sería, pues, menos oneroso que el sulfato de hierro: mas para obtener una completa reacción absorbente, tendrían que emplearse, por lo menos, 1,400 kilogramos por cabeza de 500 kilogramos de peso vivo o sus equivalentes. Puede decirse también que es preciso añadir al estiércol producido el 12 por 100 de su peso de yeso para fijar el nitrógeno; pero

es probable que con el empleo de tales cantidades de yeso quedara sensiblemente contrariada la producción del estiércol por las dificultades que se opondrían a su fermentación.

Al tiempo que se preconizaba de un modo exagerado el empleo del sulfato de hierro y del yeso, con el propósito de evitar las pérdidas de nitrógeno en los estercoleros, se pretendía que esta pérdida podía evitarse con los fosfatos naturales, que siempre contienen algo de carbonato cálcico. Un experimento de Joulie dió crédito a esta opinión. Las pruebas directamente efectuadas con estiércol de vaca, al que se añadió el 2 por 100 de su peso en fosfato natural de las Ardennes, pulverizado, demostraron que así como la pérdida sólo fué de 13 gramos de nitrógeno en cuatro meses, por tonelada, el mismo estiércol sin fosfatar perdía 47 gramos.

Operando con estiércol de carnero, mezclando una parte de fosfato al 2 por 100 con otra al 4 por 100 de carbonato, se comprobó que las pérdidas de nitrógeno fueron: 557 gramos en el estiércol natural; 350 gramos en el fosfatado y 393 gramos en el mezclado con caliza.

Así, pues, los fosfatos no aumentan las pérdidas de nitrógeno de los estiércoles; pero, en cambio, los mejoran mucho enriqueciéndolos de ácido fosfórico, el elemento que, en general, escasea más en el suelo.

Los efectos de la kainita en la fijación del amoníaco, derivan de las sales magnésicas que contiene. La acción de este cuerpo es de la misma índole que la del sulfato cálcico, aunque menos energética en igualdad de peso e incomparablemente inferior en igualdad de valor, puesto que 100 kilogramos de kainita cuestan lo mismo que 1,000 kilogramos de yeso.

En resumen, de todos los ingredientes recomendados para la fijación del nitrógeno del estiércol en los establos, sólo el yeso resulta práctico. Con todo, no puede emplearse sin inconvenientes, como son los de dificultar la fermentación del estiércol cuando se emplea en cantidad suficiente para fijar por completo los gases amoniacales. Por lo tanto, el empleo del yeso no aventaja al de la tierra seca, que no cuesta nada, y debe ser la preferida.

Majada

Acabamos de ver que cuando se mantienen los carneros en las apriscos, se pierde una proporción considerable del nitrógeno de los forrajes consumidos. Por el contrario, si a los animales se les provee de una yáciga de tierra seca y blanda, la pérdida de nitrógeno se reduce en un 30 por 100. Las propiedades absorbentes de la tierra han quedado de manifiesto y, por consiguiente, sería ventajoso para los cultivadores ensayar prácticamente la substitución de la paja por la tierra. De este modo convendría modificar el procedimiento de Müntz y Girard, y en vez de colocar de una vez sobre el piso del aprisco toda la cantidad de tierra blanda que ha de emplearse como excipiente durante tres semanas, se lograría seguramente que la absorción fuese mayor, no extendiéndola de una vez, sino en varias. En el referido experimento relatado, se observó que al extraer el estiércol terroso había dos distintas capas; la primera, substituída por una especie de fieltro formado de deyecciones y restos de hierbas o de pajas mezcladas con cierta cantidad de tierra; la segunda capa, formada por tierra casi intacta.

La cantidad de tierra que durante el experimento ejerció una función útil, no pasaba de 800 kilogramos, de los 4,000 que se emplearon, o sea la quinta parte. Parece, pues, indiscutible que de haber proporcionado a los carneros, cada cuatro días, 800 kilogramos de tierra nueva, se hubiesen utilizado mucho mejor sus propiedades, y las pérdidas hubieran sido mucho menores.

En la majada que nos ocupa, sucedió lo siguiente: Los animales descansaron una noche o media noche en el suelo mullido, y las deyecciones quedaron absorbidas en el acto de su expulsión. Se rastrilló cuanto antes, para evitar pérdidas, mezclando los excrementos con la tierra. Cabe afirmar que, en estas condiciones, la pérdida de nitrógeno se reduce al mínimo. De esto se infiere que la majada es un método agrícola muy recomendable. Basándonos en el resultado de los experimentos de Joinville, podemos hacer la siguiente indi-

cación: que, salvo por variaciones inherentes al régimen alimenticio, un carnero adulto expulsa en un día en forma de deyecciones:

Nitrógeno	17 gramos
Acido fosfórico	7 —
Potasa	22 —

Si la majada dura doce horas, de las veinticuatro del día, destinando a cada carnero un metro cuadrado, se infiere que la hectárea de tierra así tratada recibe una estercoladura con las siguientes dosis:

Nitrógeno	80 kilogr.
Acido fosfórico	35 —
Potasa	110 —

Con lo que se ve, hay un muy importante aporte de abono. Pero también tiene defectos esta estercoladura. El ácido fosfórico es escaso con relación al nitrógeno y, sobre todo, con la potasa en la mayoría de los suelos. Deberá, pues, completarse siempre la majada, añadiéndole abundantes cantidades de abonos fosfatados para que se aproxime a la composición de las fórmulas normales.

La majada, a razón de media cabeza de carnero por metro cuadrado y por noche, es una estercoladura mediana.

Las ventajas de la majada, combinada con el pasto de los carneros, son innegables, considerándolas desde el punto de vista de la utilización y reparto de las materias excrementicias. Si se compara un mismo rebaño en estabulación permanente con el mantenido siempre en pastoreo y dehesa, se comprueba una diferencia enorme en la eficacia fertilizante, puesto que es indiscutible que mientras pacen las reses, las condiciones de absorción de sus excrementos se realizan como en la majada.

Con una alimentación idéntica a la de los experimentos citados, se necesitan anualmente para nutrir un rebaño de 100 cabezas con 34'500 kilogramos de peso vivo, 939 kilogramos de nitrógeno. En estabulación permanente, se pierde

por lo menos un 50 por 100, o sean 469 kilogramos, cuyo valor es de 750 francos aproximadamente.

Combinando el pasto con la majada, se perderían a lo sumo 188 kilogramos de nitrógeno, de valor unos 300 francos. Por lo tanto, en el método combinado de pasto y majada, resulta una ventaja de 4'50 francos por carnero y por año.

Nuestra conclusión es, pues, que la majada constituye el mejor método de aprovechar los pastos, del carnero en particular. Nos falta ver la manera de practicar la majada. Esta consiste en mantener el rebaño en un cercado descubierto, formado por cañizos movibles, ya sea durante el calor del día y, sobre todo, durante la noche, para que los excrementos sólidos y los orines de los animales fertilicen el suelo. Ya hemos visto las proporciones en que se realiza esta fertilización.

La dehesa (cercado) (fig. 14) se transporta a las diferentes partes del campo que se quiere abonar. En las comarcas del Mediodía de Francia esta operación empieza en el mes de abril. En el clima parisiense, de fines de mayo a fines de octubre. La dehesa o cercado, en la que permanecen los carneros, difiere según sean los países. La mejor es la más sencilla y menos costosa. Se emplean con preferencia cañizos de madera colocados unos al extremo de otros en cuatro líneas, formando un cuadrado, y se sostienen con unos bastones curvados en uno de los lados. Se colocan, por un lado, apoyándose en los cañizos de madera sujetos con dos travesaños, y por el otro, en el suelo, donde se fijan con una estaca, que los atraviesa. Los cañizos son de madera de roble hendido, tienen 1'50 metros de alto por 2 metros de largo, en forma de celosía y bastante ligeros para que los maneje un solo hombre.

Para obtener una majada regular se divide el cerco de la dehesa en dos partes, y a media noche se trasladan los carneros de una a otra. Para la salud de los animales y la regularidad de la estercoladura, el pastor debe obligar a los carneros a que se levanten varias veces durante la noche y también media hora antes de la marcha para que evacuen al cambiar de sitio.

Durante el buen tiempo entran los carneros en la dehesa después de la puesta del sol y se les deja allí hasta las nueve o las diez de la mañana. En otoño los carneros entran en la dehesa un poco antes de ponerse el sol y, por la mañana, conviene esperar a que el rocío se evapore para sacarlos,



Fig. 14.—Redil de corderos.

pues sin esta precaución los animales serían víctimas de su voracidad.

El pastor descansa en una barraca con ruedas, que sigue a la dehesa en sus cambios de sitio.

La superficie de la dehesa se calcula a razón de 1 metro cuadrado por cabeza y por noche. No deben ponerse en la dehesa menos de 200 a 300 cabezas a la vez, pues de lo contrario los gastos no serían proporcionales; pero si la dehesa es demasiado extensa, la estercoladura queda desigual, porque los carneros tienden siempre a agruparse.

Antes de establecer la dehesa debe trabajarse el suelo

una o dos veces, para que quede bien mullido. Después de la majada, se da una ligera labor o se escarda, con preferencia al rastrillado. Cuanto más se hace sentir el calor, más debe apresurarse esta operación. Las mismas advertencias conviene tener en cuenta en tiempos lluviosos.

La majada es, sobre todo, a propósito para las tierras ligeras, porque las pisadas de las reses aploman y endurecen el suelo. Sería perjudicial en las tierras fuertes y húmedas.

Hemos señalado las grandes ventajas de la majada y conviene añadir que esta práctica evita el empleo de yácigas y el transporte del abono, y aplanan los suelos ligeramente, cosa tan necesaria en el cultivo del trigo. Los inconvenientes de la majada estriban todos en el descuido de los pastores.

Tratamiento y conservación del estiércol

Según la especie de reses, es necesario quitar con mayor o menor frecuencia el estiércol que producen. Así, en un cortijo bien ordenado, el estiércol de los caballos debe quitarse todos los días o a lo menos cada dos días, según el tiempo que estén en la cuadra y el pienso que se les da. La paja no ensuciada se coloca debajo del pesebre y el resto se lleva al estercolero. En varias localidades, el estiércol sólo se extrae cada ocho días; esta costumbre es errónea, porque el calor desprendido puede dañar las pezuñas y las emanaciones perjudicar la salud de los animales. Los vapores amoniacales perjudican asimismo mucho los órganos visuales y las pérdidas de nitrógeno pueden ser considerables.

El estiércol del ganado lanar puede permanecer, sin gran inconveniente, en los apriscos durante algún tiempo, con lo que se completa mejor, porque los excrementos se mezclan más perfectamente en la yáciga.

Pero se ha de tener cuidado de que el estiércol aplanado por las pisadas y en fermentación quede convenientemente cubierto con una capa de yáciga fresca mezclada con tierra fresca. Un montón demasiado grande de estiércol en los apriscos sería perjudicial, sobre todo en verano, a causa del calor que desprende. Está reconocida la necesidad de sacarlo

en cuanto se notan las emanaciones amoniacales y cuando desprende calor muy vivo. A menudo se emplea el estiércol de carnero solo. Opinamos que en la generalidad de los casos será preferible vaciar cada quince días la cuarta parte del aprisco y proceder entonces a mezclar todo el estiércol.

Las vacas en estabulación permanente deben limpiarse todos los días. Los bueyes sometidos a pasto necesitan mucho reposo y sólo deben limpiarse cada semana; pero se tendrá cuidado de no economizarles la yáciga, tanto para asegurar la limpieza como para que la absorción de sus abundantes deyecciones sea lo más completa posible. En cuanto a los bueyes de labor, según el tiempo que estén en el establo, deberá quitárseles el estiércol cada dos o tres días por lo menos. La prolongada permanencia del estiércol en los establos es perjudicial a la salud de los bóvidos y a la calidad del abono.

Tratándose de cerdos, no es indispensable limpiar las pocilgas más de dos veces por semana; pero teniendo cuidado de recubrir todos los días con paja fresca la superficie del suelo de las mismas. El cerdo rompe y ensucia mucho la paja y consume gran cantidad de yáciga.

El estiércol así extraído de las caballerizas, establos, apriscos y pocilgas, puede llevarse directamente a las tierras que se quieren abonar. Pero además de que las exigencias de los cultivos no lo permiten, el estiércol fresco y pajoso necesita sufrir cierta fermentación para que la paja se disgregue y que los principios fertilizadores que contienen sean más asimilables.

Bajo la influencia de la humedad, del calor y de la alcalinidad de los orines, las deyecciones de los animales, mezcladas con las yácigas, entran en fermentación y se descomponen. Los cambios que sufren en este sentido son iguales a los que experimenta la materia negra en los suelos; pero se efectúan con mayor rapidez porque los excrementos abundan en nitrógeno y las sustancias nitrogenadas son muy a propósito para fermentar y descomponerse, pasando el carbono al estado de ácido carbónico, el nitrógeno al estado amoniacal y el hidrógeno al de agua. Todos estos productos gasiformes

se desprenderían en el aire si no se tuviese cuidado. Respecto al ácido carbónico y al agua, sería esto de poca importancia; mas no así respecto del amoníaco. Una parte de la materia orgánica se modifica y transforma en sustancias húmicas negras, que dan al estiércol descompuesto su color característico y pueden absorber el amoníaco.

Los siguientes análisis de Stöckhardt ponen de manifiesto la influencia de la fermentación en la composición y calidad del estiércol:

	Estiercol fresco	Estiercol muy fermentado
Materias orgánicas solubles.	1'80	3'75
Materias orgánicas insolubles	19'00	13'00
Materias orgánicas totales	<u>20'80</u>	<u>16'75</u>
Materias minerales solubles.	1'10	1'50
Materias minerales insolubles	3'00	7'75
Materias minerales totales	<u>4'10</u>	<u>9'25</u>
Materia seca total	<u>24'90</u>	<u>27'00</u>
Nitrógeno soluble.	0'10	0'30
Nitrógeno insoluble.	0'35	0'32
Potasa soluble	0'40	0'45
Acido fosfórico.	0'15	0'32
Cal y magnesia.	0'90	1'75

Se comprenderá fácilmente, después de lo dicho, que el mismo peso de estiércol fermentado produzca un efecto mucho más rápido y notorio que el estiércol fresco, pues el primero es mucho más abundante en sustancias fertilizantes asimilables. De aquí la preferencia de los prácticos por el estiércol descompuesto.

Pero este aumento de valor fertilizante relativamente considerable costaría caro sin la precaución de evitar el desprendimiento del amoníaco producido, y si no se impide que las lluvias se filtren en el montón y arrastren las sales solubles.

En efecto, gran número de observaciones han demostrado que, a causa de una fermentación incompleta o prolongada, el estiércol pierde gran parte de su peso. Así Körte, ex pro-

fesor de agricultura en Möglin (Prusia), comprobó que cien metros cúbicos de estiércol fresco se reducen:

Al cabo de	81 días,	á	75'5
—	254	—	á 64'3
—	384	—	á 62'5
—	493	—	á 47'2

Stœckhardt indica que 100 quintales de estiércol fresco se reducen a 75 quintales, medianamente descompuesto, o a 50 de estiércol completamente descompuesto.

Por su parte, Müntz y Girard han comprobado que el estiércol de carnero amontonado al aire libre había perdido, al cabo de seis meses de invierno, 25'6 por 100 de materia seca, y que el estiércol de vaca, después de tres meses de verano, había perdido un 30'7 por 100.

Durante los primeros períodos de la fermentación, cuando ésta es más viva, el estiércol pierde más volumen; pero entonces el desprendimiento de gases está formado principalmente de ácido carbónico y agua, cuyo poco valor no debe preocuparnos. Pero más tarde se forman las sales nitrogenadas volátiles y las minerales solubles, y estas preciosas sustancias fertilizantes pueden ser substraídas del estiércol bien por filtración de las aguas pluviales o por volatilización.

Para evitar el arrastre y pérdida de las sales solubles, veremos que basta recoger con cuidado el líquido que se escapa del montón de estiércol y que se llama purín. Para impedir la volatilización del carbonato amónico que se forma en el estiércol, se ha propuesto salpicarlo de yeso y sulfato de hierro; pero estos medios empleados por los prácticos no han dado buen resultado. Ya demostramos por qué, pues el empleo de estos cuerpos sería inútil aunque permitiera la transformación completa del carbonato amónico en sulfato sin perjudicar la buena fermentación del estiércol, porque durante la fermentación anaerobia, que se efectúa en un estercolero bien cuidado, los sulfatos en contacto con las materias orgánicas pasan al estado de sulfuros y finalmente al de carbonatos. Por lo tanto, estos procedimientos son completamente inútiles sin ser necesarios (1).

(1) Véase KAYSER, *Microbiología agrícola* (Enciclopedia agrícola).

El medio más sencillo para evitar estas sensibles pérdidas consiste en no dejar mucho tiempo el estiércol amontonado. Según las estaciones, sólo debe estarlo de seis a diez semanas. En estas condiciones, la notable proporción de gas carbónico que se desprende evita las pérdidas de amoniaco por volatilización, según han demostrado Berthelot y Dehérain, impidiendo la disociación del carbonato.

Para emplear el estiércol no debe esperarse a que haya llegado a una descomposición tal que presente el aspecto de manteca negra, sino que basta un comienzo de fermentación. Se conoce que ha llegado este momento cuando la paja toma color moreno y está aplastada y blandecida hasta el extremo de dejarse romper con la horquilla al cargar el estiércol. Entonces la masa es homogénea, sin haber perdido más de la quinta parte de su volumen. Veamos ahora qué disposiciones deben adoptarse respecto al montón de estiércol y los cuidados especiales que se le han de dar para ponerlo en el estado que hemos reconocido, el mejor para emplearlo, sin que pierda sus principios fertilizantes.

Tres tratamientos pueden emplearse:

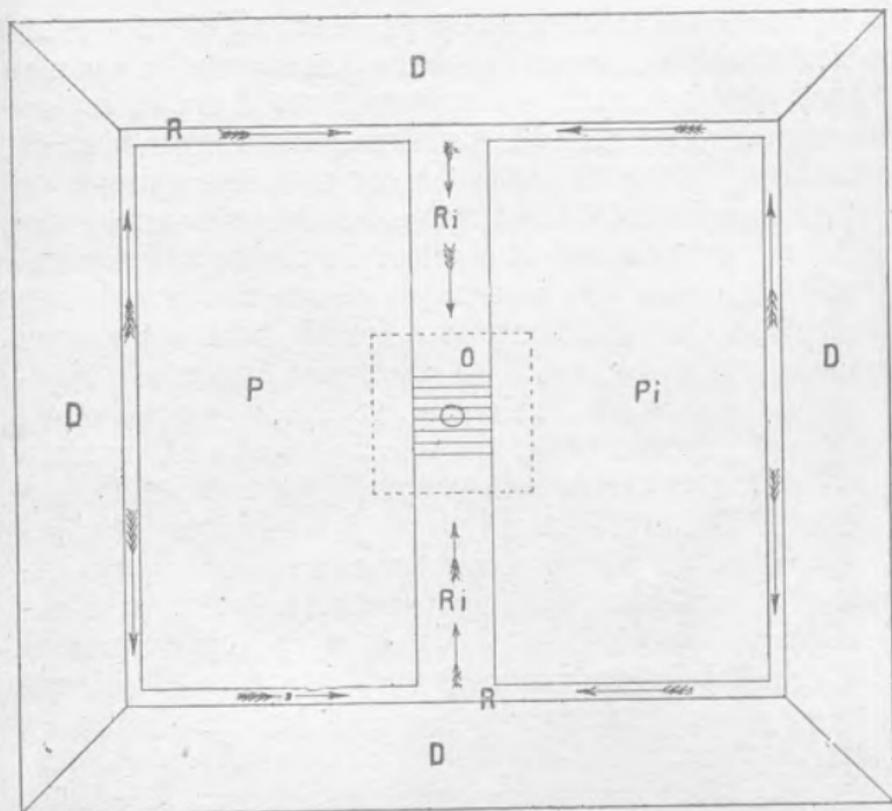
- 1.º El sistema de las plataformas.
- 2.º El sistema de los hoyos.
- 3.º La conservación en establos dispuestos al efecto.

1.º—*Plataformas*

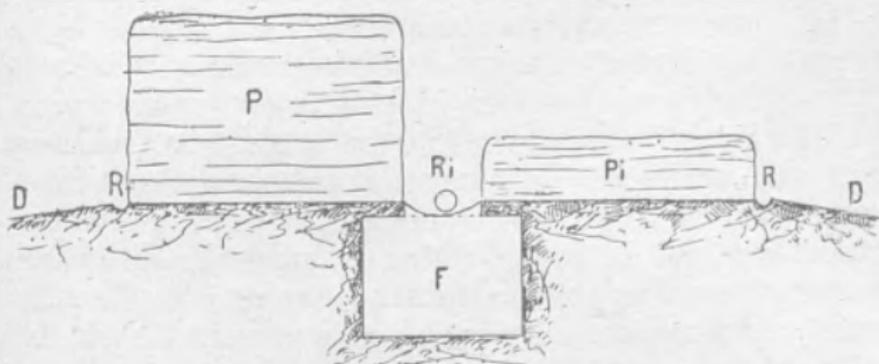
Mathieu de Dombasle, uno de los primeros que señaló los principios fundamentales del tratamiento del estiércol, ideó el estercolero más sencillo y racional: la plataforma estercolera (fig. 15).

Está dispuesta a poca distancia del redil de las reses y es lo suficientemente extensa para no hacer altos montones de estiércol. Ha de ser de fácil acceso para los carros. Las aguas pluviales que corren por la superficie del suelo deben desviarse cuidadosamente y ha de disponerse una cisterna para recoger todo el purín producido.

La plataforma estercolera consta de una superficie plana al nivel del suelo, cementada para impedir las filtraciones.



Planta de la plataforma



Corte transversal de la plataforma

Fig. 15.—Plataforma estercolera.

La forma es cuadrada, como aparece en la figura 15, y tiene en el centro O la cisterna del purín. La superficie de la plataforma está inclinada convergentemente hacia el centro, como lo indican las flechas del plano. El suelo está formado de un revestimiento de piedras, arena y cal bien apisonada e impermeable. La cisterna O F del purín está construida con cal hidráulica. Su abertura O se cierra mediante una plancha de celosía, provista de una abertura suficientemente grande para dar paso al tubo de aspiración de una bomba aspirante e impelente sistema Fauler (fig. 16).

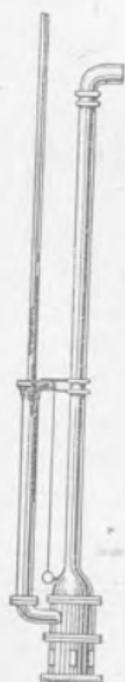


Fig. 16.
Bomba de
purín.

Todo el perímetro de la plataforma está rodeado de atarjeas empedradas que conducen los líquidos del montón a la atarjea mayor *Ri*, situada en medio, que desemboca en la cisterna O F y cuya anchura basta para dar paso a la bomba. Un montículo de tierra *D* ciñe la atarjea exterior e impide el aflujo de aguas pluviales que anegarian el estiércol y caerían en la cisterna del purín, diluyéndolo en exceso.

La plataforma permite tener siempre dispuestos dos montones de estiércol *P* y *Pi*. Para prepararlos se empieza por formar el montón *P*, por ejemplo, llevando a él cada día el estiércol del ganado, que se reparte uniformemente, y se amontona bien. Los bordes exteriores han de quedar verticales y van formándose con bloques de estiércol un poco pajosos, que se arrastran con la horquilla, colocándolos como una especie de muralla. El amontonamiento debe hacerse con toda la perfección posible, a fin de evitar que penetre el aire, con lo que se evitan el enmohecimiento y las fermentaciones demasiado rápidas, que son perjudiciales. La perfecta construcción de los bordes de la muralla impide la acción del aire y de los agentes atmosféricos en el interior del montón (fig. 17). De esta manera las pérdidas de amoníaco en la superficie superior y en los bordes quedan reducidas al mínimo.

A la cisterna del purín afluyen las aguas escurridas del

montón que llevan las materias disueltas. Con este líquido se riega frecuentemente el estiércol, regulándose la fermentación para que la temperatura no pase nunca de 50°. La bomba Noël para el trasiego del purín es muy práctica, así como la Fauler es muy económica y con cualquiera de ellas se vierten los líquidos, con mayor o menor frecuencia, según sean las temperaturas del estiércol. Procediendo como se acaba de

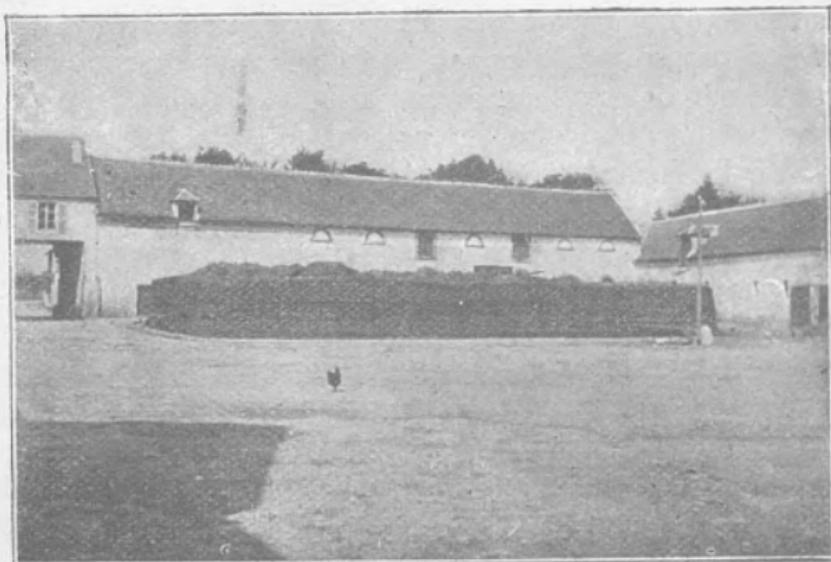


Fig. 17.—Plataforma estercolera de la granja de Trappes.

exponer, no sólo se regularizan las fermentaciones y evitan los enmohecimientos, sino que también se da más homogeneidad a la masa del estiércol, que va enriqueciéndose con la absorción de los elementos contenidos en el purín.

Así se siguen adicionando nuevas cantidades de estiércol hasta que el montón tiene 2 metros de alto, continuando los riegos del mismo modo hasta que el estado del estiércol permite utilizarlo en los campos, lo cual sucede cuando el montón ha perdido la quinta parte de su volumen o que de 40 ha bajado aproximadamente a 50 centímetros. También el examen directo de la masa indica claramente el momento oportuno de su empleo, así como las necesidades del cultivo señalan el tiempo en que se ha de retirar.

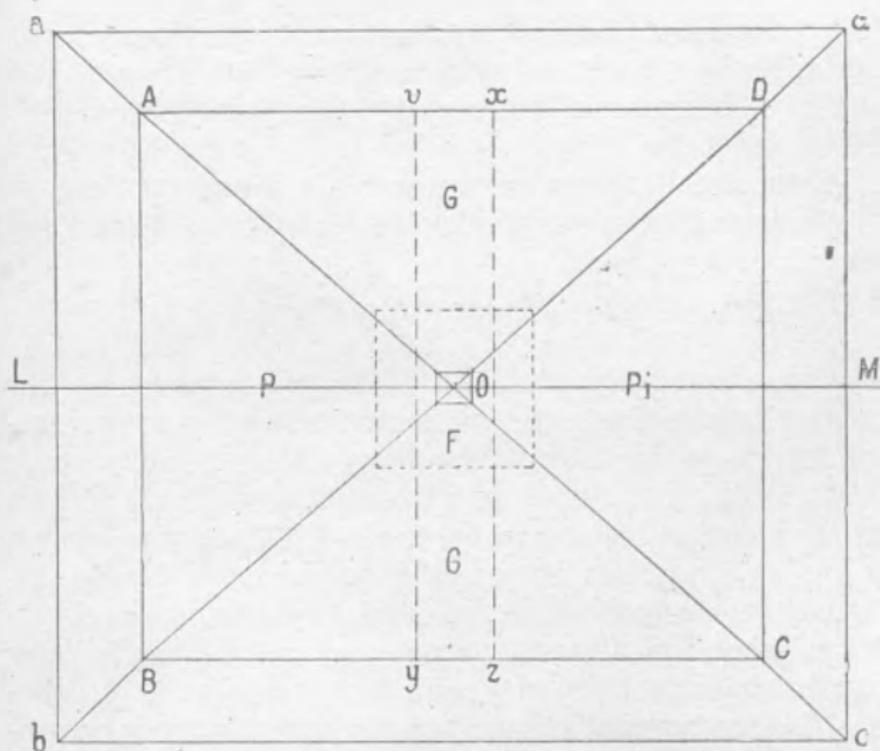
Si las circunstancias obligan a suspender estas operaciones, deberá cubrirse el montón con una capa de tierra de 10 a 20 centímetros, para impedir el desprendimiento de vapores amoniacales.

Una vez preparado el montón P, se construye el *Pi*, por el mismo procedimiento. De esta manera se tiene siempre un montón a medio construir y otro terminado, que se coloca en el sitio en que se ha de emplear, y de este modo todos los campos están abonados por igual, ya que no hay en un sitio estiércol pajoso y en otro estiércol demasiado descompuesto. Procediendo de esta manera no se pierde ninguna de las materias fertilizantes de las deyecciones, que adquieren el máximo de asimilación posible para la nutrición de las plantas.

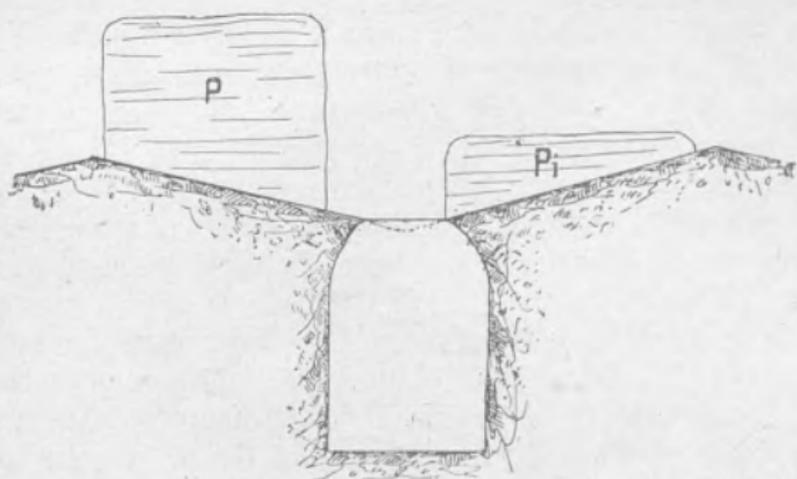
El cultivador cuidadoso no deja de tener establos y caballerizas dispuestos de manera que todos los orines no absorbidos por la yáciga pasen a una vertiente dispuesta detrás de los animales en pendiente regular, que los conduce ya directamente a la cisterna del purín por un canal subterráneo, ya a otra pequeña cisterna especial, de donde se les puede sacar para transportarlos a la del purín. Hemos demostrado el valor de los orines como abono e insistiremos sobre el del purín que, aparte de su utilidad para regar el estiércol, cuya fermentación regulariza y da homogeneidad a la masa, tiene por su propia constitución mucho valor fertilizante. Como luego veremos, abunda en carbonato potásico y sales amoniacales. Según Mathieu de Dombasle, un tonel de 6 a 7 hectolitros puede valer 3 francos, y el ilustre agrónomo afirma que es ventajosa la compra a este precio. Un montón de estiércol de 16 metros de largo por 7 de ancho y 1'50 de alto, puede producir 900 hectolitros de purín, que valen, lo menos, 450 francos.

Es deplorable que el cultivador, por descuido, pereza o por avaricia, deje perder el purín en las zanjas de los caminos o en los ríos.

La pérdida del purín tiene por corolario la infección de las aguas destinadas a los animales y a menudo la de todos los pozos de la vecindad, poniendo en peligro la salud de los animales y la de los habitantes de las poblaciones agrícolas.



Planta del hoyo estercolero



Corte por L M

Fig. 18.—Hoyo estercolero.

La propagación de la fiebre tifoidea no tiene a menudo otra causa. En las comarcas donde se fabrica la sidra, se citan ejemplos de personas atacadas de tifus por haber bebido sidras elaboradas con aguas de balsa.

El empleo del purín es muy ventajoso para el riego de las praderas, después de diluído con agua, como se hace con los orines.

2.º—*Hoyos estercoleros*

Como lo indica su nombre, el hoyo estercolero es una excavación que sirve para almacenar los residuos de la industria zootécnica. Mas para utilizarlo prácticamente debe reunir ciertas condiciones, que vamos a estudiar sucintamente. En primer lugar, se requiere que el fondo del hoyo, como el área de la plataforma, sea impermeable y esté revestido de una capa de buen cemento o de cal hidráulica. Además, ha de ser de fácil acceso para los carros; pues de otro modo daría lugar a gastos importantes el sacar el estiércol a brazo y transportarlo en carretones al campo. El hoyo ha de tener mucha profundidad y con las pendientes no muy rápidas, para que el tiro pueda sin gran esfuerzo volver a subir los carros después de haberlos bajado vacíos. Para obtener este resultado será conveniente que el hoyo esté formado por cuatro planos ligeramente inclinados hacia el centro y que la pendiente mayor no pase de 5 a 7 centímetros por metro. La figura esquemática dará a comprender esta disposición.

El hoyo de estiércol propiamente dicho ABCD (fig. 18) está protegido en todo su perímetro de la invasión de las aguas por un montículo de tierra. El área del hoyo forma cuatro planos inclinados, AOB, BOC, COD, DOA, con pendiente de 6 centímetros por metro y cortados según las líneas OA, OB, OC, OD. Como el hoyo que representamos tiene una anchura de 14 metros de A a B, el punto O, correspondiente a la abertura de la cisterna del purín, se encuentra a 42 centímetros, contando de arriba abajo. La cisterna del purín F, que está punteada en el plano, tiene la abertura cerrada por una reja de hierro o madera que deja pasar los líquidos y retiene los despojos sólidos; otra abertura se halla

dispuesta para el paso del tubo de aspiración de la bomba móvil, de la cual ya nos hemos ocupado.

La capacidad de la cisterna del purín debe ser proporcionada al cubo de estiércol. Las dimensiones del hoyo estercolero de nuestro proyecto, deben ser aproximadamente de 20 metros cúbicos y ha de estar construido con materiales hidráulicos.



Fig. 19.—Hoyo estercolero holandés.

En un hoyo preparado de esta manera se establecerán dos montones de estiércol sucesivamente, P y P₁, como ya explicamos para la plataforma, tomando absolutamente las mismas precauciones.

¿Cuál es el más conveniente de estos dos sistemas? He aquí, sobre el particular, la opinión del eminente agrónomo Bella, ex director de Grignon:

«Aunque en Grignon se haya preferido la plataforma al hoyo por la disposición del taller en que se fabrica el estiércol, no vacilo en reconocer que en las fincas poco importantes para sostener un hombre encargado especialmente de esta fabricación y dar mucha dimensión a los montones de estiércol, son preferibles los hoyos (fig. 19) a las plataformas,

porque las materias fertilizantes que se amontonan están mejor protegidas de las consecuencias de una mala estratificación y de los riegos insuficientes. Esto es cierto, sobre todo en los climas cálidos y secos, pues las paredes del estiércol se desecan rápidamente y favorecen las vegetaciones criptogámicas llamadas mohos del estiércol.

»Cuando un hombre práctico puede construir y cuidar los montones de estiércol, es decir, cuando pueden ser conveniente y regularmente acarreados y la cantidad de estiércol requiere la formación de dos montones de tales dimensiones que las superficies sean relativamente pequeñas respecto de la masa, nos parece preferible la plataforma, porque tiene una gran importancia para la pronta y económica carga del estiércol en los carros para transportarlo al campo.

»Es verdad que los carros de carga pueden bajar hasta los hoyos de grandes dimensiones; pero conviene advertir que la salida de los carros cargados por las pendientes del hoyo es un grave obstáculo, pues en este caso es preciso sacar el estiércol por capas horizontales, y mezclar convenientemente los diversos elementos que lo componen.

»Además, la construcción de las plataformas es mucho más económica que la de los hoyos.»

3.º—*Conservación del estiércol en los establos*

En algunas comarcas, como en Bélgica, en Lusacia e Inglaterra, se conserva el estiércol en los establos dispuestos al efecto en condiciones particulares.

La figura 20 representa el corte de un establo belga, muy a propósito para la conservación del estiércol. Delante de los animales existe una gran acera A, a cuya izquierda se encuentra un pesebre de madera para el servicio de alimentación. Debajo, en C, hay una cueva abovedada para la conservación de las raíces. Los animales están situados sobre un suelo inclinado V. Detrás de ellos hay un vasto espacio en forma de hoyo F, donde van a parar los orines y se echa todos los días el estiércol de los animales.

Por este método no se pierde nada de los orines ni de las

deyecciones, y el estiércol es de excelente calidad y muy abundante cuando las reses tienen yáciga suficiente para absorber los orines.

Mathieu de Dombasle ha realizado experimentos en esta clase de establos, y con el mismo número de animales nutridos de la misma manera obtuvo siempre doble cantidad de estiércol que en los establos corrientes limpiados cada dos

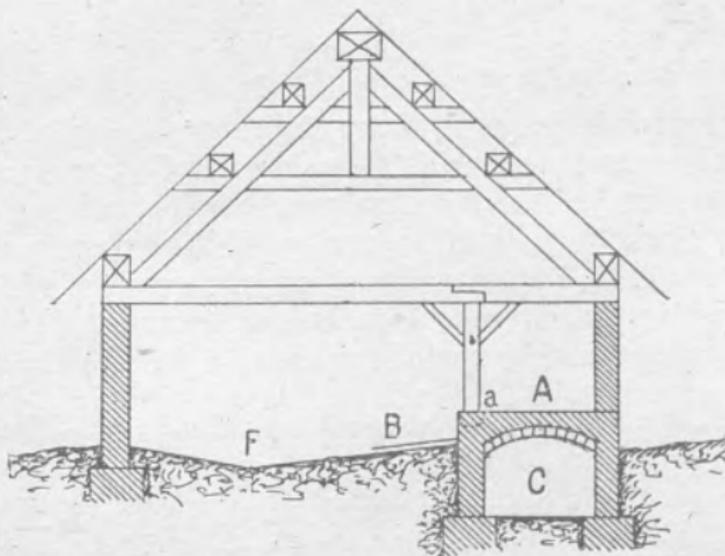


Fig. 20.—Corte de un establo belga.

A, corredor de servicio; B, sitio de las reses; F, estercolero; C, cueva de raíces; a, pesebre.

días. Comprobó también que el estiércol era más graso y de mejor calidad.

He aquí la cantidad de estiércol obtenido por cabeza y por año en estos establos:

Caballo	162 quintales
Buey de pasto	253 —
Buey de labor	78 —
Vaca lechera.	195 —
Cerdo.	123 —

El peso de la yáciga no está determinado; pero hubo la suficiente para absorber los orines.

Aunque el establo belga es muy a propósito para la buena conservación del estiércol, encarece el pasto, y en esto con-

siste su principal y mayor inconveniente. Además, cuando no está bien ventilado, respiran los animales una atmósfera demasiado caliente y cargada de emanaciones, que puede ocasionar enfermedades; por lo tanto, no debe recomendarse.

Apreciación del estiércol producido en una finca rural

Desde luego que la báscula es el único medio exacto de apreciar la cantidad de estiércol producido en una finca rústica; mas aparte de que no siempre cabe recurrir a ella, puesto que exige un trabajo bastante considerable, hay casos en que de nada sirve la báscula, como, por ejemplo, cuando se trata de establecer una granja nueva con taller de estiércol. Es, pues, necesario dar fórmulas empíricas, que, deducidas de prolongadas y diversas experiencias, permiten apreciar, *a priori*, aproximadamente la producción del estiércol en determinada situación. No cabe aquí la pretensión de obtener una exactitud completa, sino tan sólo resultados que se aproximen a la realidad.

Si se necesitara una prueba de la utilidad de estos cálculos, la encontraríamos en que cuantos agrónomos han escrito sobre el estiércol, a este asunto destinaron parte de sus esfuerzos.

Un medio sencillo de apreciar la producción del estiércol consiste en hallar la proporción entre el peso vivo de los animales y la cantidad anual de estiércol que producen. Se podría admitir, siguiendo la opinión de Girardin, que el peso del estiércol producido en un año equivale a 25 veces el peso del ganado en estabulación. He aquí los datos en que apoya sus conclusiones:

	Peso vivo	Estiércol	Proporción
Vaca en estabulación.	400 kilogr.	11,000 kilogr.	27'5
Buey de pasto	500 —	25,000 —	50'0
Caballo de tiro	600 —	9,000 —	15'0
Buey de labor.	600 —	11,000 —	18'5
Carnero en apacentación	40 —	500 —	12'5
Cerdo	100 —	1,400 —	14'0
Total y término medio.	2,240 kilogr.	57,900 kilogr.	25'0

Admitiendo que el metro cúbico de estiércol, a medio consumir, pese 600 kilogramos, el volumen del estiércol amontonado sería 30 veces el peso de los animales; pero el régimen alimenticio del ganado influye mucho en la cantidad de estiércol producido, y es más natural relacionar el estiércol producido con la cantidad de materia seca de forrajes consumidos y de las yácigas empleadas. Así, opinamos que el peso del estiércol que se haya de obtener de los animales de las granjas es aproximadamente igual a la mitad de la substancia seca de los forrajes, más la materia seca de las yácigas multiplicada por 3.

Stœckhardt y después Heuzé aconsejan añadir la materia seca de los forrajes y de las yácigas y multiplicar esta cantidad por los factores siguientes, según la clase de ganado:

	Stœckhardt	Heuzé
Caballos.	1'40	1'3
Bueyes de labor.	1'60	1'5
Vacas.	2'30	2'3
Carneros	1'30	1'2
Cerdos	2'50	2'5
Término medio.	1'82	1'8

Apliquemos estos diferentes cálculos a una granja que posea el ganado siguiente:

- 15 caballos de 600 kilogramos.
- 50 vacas en estabulación de 500 kilogramos.
- 500 carneros de 40 kilogramos.
- 10 cerdos de 100 kilogramos.

a. *Método de Girardin.*

Estiércol de caballo. . .	600	×	15	×	15'0	=	135,000	kilogr.
Estiércol de vaca. . . .	500	×	50	×	27'5	=	692,500	—
Estiércol de carnero . .	40	×	500	×	12'5	=	250,000	—
Estiércol de cerdo . . .	100	×	10	×	14'0	=	14,000	—
Total							1.091,500	kilogr.

Así, llegamos a 1,000 toneladas de estiércol en números redondos.

b. *Segundo método*.—Calculemos primero el peso del ganado de la granja:

15 caballos de 600 kilogr.	=	90 quintales
50 vacas de 500 kilogr.	=	250 —
500 carneros de 40 kilogr.	=	200 —
10 cerdos de 100 kilogr.	=	10 —
Total.		<u>550 quintales</u>

Los animales reciben cada día, como término medio, el 2'5 por 100 de su peso vivo de materia seca. Los forrajes consumidos serán de:

$$550 \times 2'5 \times 365 = 501,875 \text{ kilogramos}$$

Para yáciga se distribuirán, según las indicaciones dadas, a razón de 0'8 kilogramos por 100 de su peso vivo:

$$550 \times 0'8 \times 365 = 160,600 \text{ kilogramos}$$

La paja contiene 85 por 100 de materia, y la de la yáciga será:

$$160,600 \times 0'85 = 136,510 \text{ kilogramos}$$

El peso del estiércol, a medio consumir, puede estimarse en:

$$\left(\frac{502}{2} + 136 \right) \times 3 = 1,161 \text{ toneladas}$$

c. *Método de Stæckhardt*.—Calcularemos primero el peso de la materia seca de los forrajes consumidos por cada clase de animales, multiplicando su peso vivo, expresado en quintales, por 2'5 y después por 365. Tendremos:

Caballos.	821 quintales
Vacas.	2,281 —
Carneros	1,825 —
Cerdos	91 —

El peso de la paja de yáciga necesaria a cada grupo de animales es el siguiente:

	Peso bruto	Materia seca
Caballos	262 quintales	222 quintales
Vacas	730 —	620 —
Carneros	584 —	496 —
Cerdos	29 —	25 —

Con los elementos precedentes podemos establecer una tabla del estiércol producido por cada clase de los animales siguientes:

	Materia seca			Multipl.	Estiércol producido
	Forraje	Yáciga	Total		
Caballos	821 quint.	222 quint.	1,043 quint.	1'3	1,356 quint.
Vacas	2,281 —	620 —	2,901 —	2'3	6,672 —
Carneros	1,825 —	496 —	2,321 —	1'2	2,785 —
Cerdos	91 —	25 —	116 —	2'5	290 —
Total					11,103 quint.

Se ve que estos tres métodos de cálculo dan resultados sensiblemente iguales, o sean, en números redondos, de 1,000 a 1,100 toneladas de estiércol en la granja en cuestión.

Para deducir del peso así obtenido el volumen probable de estiércol, es necesario calcular el peso del metro cúbico, que varía considerablemente según el estado de descomposición, el amontonamiento del estiércol y su origen.

De Voght ha obtenido los resultados siguientes:

	El metro cúbico
Estiércol graso de buey	702 kilogr.
— fresco de buey	580 —
— graso de caballo	465 —
— de caballo después de ocho días de fermentación	371 —
— fresco de caballo	365 —
— de animales cornúpetos, bien fermentado	750 —
— de caballo de las posadas del Mediodía	660 —

Boussingault, por su parte, ha obtenido los siguientes resultados:

Estiércol fresco, muy pajoso, al salir del establo	300 á 400 kilogr.
— salido al cabo de poco, pero bien amontonado	700 —
— medio consumido, muy húmedo, amontonado en el foso	800 —
— muy consumido, húmedo y muy comprimido	900 —

Creemos acercarnos a la verdad atribuyendo al metro cúbico de estiércol de granja, fresco y mixto, un peso de 500 kilogramos, y al mismo estiércol convenientemente consumido, 800 kilogramos.

Apoyándonos en las precedentes apreciaciones, podemos calcular la superficie de la plataforma o del foso de la granja considerada, o sea que habremos de amontonar anualmente un cubo de estiércol de 1,000 toneladas, correspondientes a 1,250 metros cúbicos. Si formamos el montón de modo que su altura media sea de 2 metros en el momento de su empleo, la superficie necesaria, si el estiércol permaneciera un año en estercolero, sería de 600 metros cuadrados. Pero como hemos contruido un local con dos departamentos y llevaremos el estiércol a lo menos tres veces al año, nos bastará una superficie de 200 metros cuadrados aproximadamente, o sean 100 metros cuadrados por cada departamento. Basándonos en esta consideración, hemos trazado los planos precedentes.

Composición del estiércol. Causas que lo alteran

Al estudiar precedentemente las deyecciones de los animales, reconocimos que su composición variaba según la especie y el régimen alimenticio seguido, aunque lo cierto es que de este último dependen la calidad y cantidad de las deyecciones. Sabemos que el valor nutritivo de los forrajes varía según las circunstancias de cultivo, cosecha y conservación.

El ganado que recibe una alimentación abundante, nutritiva y de composición adecuada a las necesidades orgánicas, produce excrementos en mayor cantidad y de mejor calidad. Una buena nutrición da por resultado estiércol fertilizante. El agricultor que da a sus reses muchos forrajes concentrados, tortas, salvado y granos, no sólo beneficia su producción animal, sino que mejora sus cosechas, porque el animal sólo extrae de los alimentos aproximadamente la quinta parte de nitrógeno y fósforo, cuyo valor decuplica al convertirlos en carne y en leche, mientras que las otras cuatro quintas partes se encuentran en las deyecciones mixtas. Las de los ani-

males bien nutridos abundan doblemente en nitrógeno y fósforo que las de los animales escasamente alimentados, por lo que valen mucho más como abono.

La digestibilidad de los forrajes y su abundancia en agua también influyen notablemente en la calidad de las deyecciones. Las fibras leñosas de los henos y pajas demasiado maduras son difíciles de digerir. Los forrajes pajosos tienen por lo general pocas substancias nitrogenadas, y, en consecuencia, las deyecciones abundan en materias leñosas y escasean en nitrógeno y en fósforo, por lo que, si bien dan abundantes abonos, tienen escaso valor fertilizante.

Cuanto más bebe el animal, más agua contienen las deyecciones, que resultan desleídas. El pasto verde o una gran proporción de residuos acuosos, como las heces de cebada o la pulpa, dan gran cantidad de estiércol; pero a causa de la proporción de agua no abunda tanto en materia seca como el procedente de nutrición menos acuosa. Ya hemos visto que el valor fertilizante de los excrementos sólidos de los animales varía mucho según la especie; pero también la edad influye en la calidad de las deyecciones. Los animales jóvenes necesitan para su crecimiento materias orgánicas y sales, y, sobre todo, materias nitrogenadas y fósforo. Extraen estas substancias de los alimentos, y, por consiguiente, se encuentran en proporción mínima en las deyecciones. El estiércol de los animales jóvenes será siempre menos fertilizante que el de los adultos, aunque la nutrición sea igual.

El destino ulterior y el servicio especial de los animales influyen en la producción y calidad de las deyecciones. Los animales de pasto que están en reposo y bien nutridos, producen abundantes y valiosas deyecciones. En las vacas lecheras, la cuarta o tercera parte de las materias nitrogenadas de los alimentos pasan a la leche, y, por lo tanto, sus deyecciones son pobres en nitrógeno, ácido fosfórico y potasa. Así lo demuestran los siguientes análisis, debidos a E. Wolf:

	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa
Bueyes en pasto	9·8	4·4	6·5
Vacas lecheras y de cría . . .	4·1	1·3	5·4

Los cuidados que se prodigan al ganado no dejan de influir en la producción de los excrementos mixtos. Un animal expuesto al frío o a la humedad necesita más alimento para conservar la temperatura normal, y el estiércol pierde las substancias aprovechadas para este uso.

Dicho esto, examinemos la composición de los varios estiércoles y veamos primeramente lo que se refiere al estiércol producido por las diferentes clases de animales.

El estiércol de caballo es poco acuoso, fermenta rápidamente, se calienta mucho y tiene segura venta, pues se emplea muy ventajosamente como fertilizante. La tabla siguiente expone algunos análisis relativos a este estiércol:

	Agua	Materia seca	Nitrógeno	Potasa	Acido fosfórico
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Boussingault	67·4	32·6	0·670	0·72	0·23
Emilio Wolf.	71·3	28·7	0·580	0·53	0·28
Müntz y Girard (Omnibus).	64·9	35·1	0·480	0·84	0·32
— (tropel).	57·3	42·7	0·440	0·56	0·29
— (yágiga de hojas)	»	»	0·519	0·26	0·17
— (turba).	»	»	0·680	0·55	0·23
— (serrín).	»	»	0·490	0·31	0·15

El estiércol de los animales bovinos no se calienta tanto porque es más acuoso y compacto. No sirve como el precedente para preparar capas de siembra calientes, sino sólo para las siembras tibias, sobre todo en tierras calcáreas y arenosas. He aquí la composición, según los más autorizados agrónomos:

	Agua	Materia seca	Nitrógeno	Potasa	Acido fosfórico
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Boussingault	81·8	18·2	0·34	0·35	0·13
Emilio Wolf.	77·5	22·5	0·34	0·40	0·16
Müntz y Girard	69·0	31·0	0·57	0·88	0·26

El estiércol de carnero se aproxima al de caballo por su rápida fermentación y poca cantidad de agua. Se le asigna la siguiente composición:

	Agua	Materia seca	Nitrógeno	Potasa	Acido fosfórico
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Boussingault . . .	61'6	38'4	0'82	0'84	0'21
Emilio Wolf. . .	64'6	35'4	0'83	0'67	0'23
Müntz y Girard . .	66'8	33'2	0'64	1'50	0'40

En general, el estiércol de carnero es más valioso que los otros y supera al de caballo en nitrógeno, ácido fosfórico y potasa.

En cuanto al estiércol de los cerdos, es de composición más variable. Sainclair opina que es el más enérgico y fertilizante y, en cambio, Schwerz lo coloca en último término. He aquí la composición que le asignan diferentes agrónomos:

	Agua	Materia seca	Nitrógeno	Potasa	Acido fosfórico
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Boussingault . . .	72'8	27'2	0'78	1'69	0'20
Emilio Wolf. . .	72'4	27'6	0'45	0'60	0'19

Como hemos indicado, sólo en rarísimos casos se usa separadamente el estiércol de animales de diferente especie. Los hortelanos prefieren el estiércol de las caballerizas de las ciudades. En las granjas sólo se utiliza el de carnero, que se mezcla en el hoyo estercolero con el de otros animales y constituye el estiércol de granja propiamente dicho.

La composición de este estiércol es muy variable y resulta imposible asignarle promedio de elementos fertilizantes. Es indispensable que el agricultor, deseoso de averiguarlo, analice *de cuando en cuando* una muestra media del estiércol obtenido, pues cualquier otro procedimiento es ilusorio y puede conducir a prácticas erróneas. Sin embargo, por seguir la costumbre, damos a continuación algunos datos de los que hemos podido reunir sobre la composición del estiércol mixto:

Análisis de estiércol mixto de granja

	Agua	Materia seca	Nitrógeno	Potasa	Acido fosfórico
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Según Boussingault:					
Granja inglesa	65'0	35'0	0'63	»	0'78
Grignon	70'5	29'5	0'72	»	0'61
Bechellbronn	79'3	20'7	0'41	0'52	0'20
Liebfrauenberg	83'0	17'0	0'35	0'97	0'26
Granja de Nancy	72'2	27'8	0'50	0'40	0'71
Según Wölcker:					
Rothamsted	76'0	24'0	0'64	0'32	0'23
Según Grandean:					
Tomblaine	73'0	27'0	0'32	0'82	0'36
Ocho estercoleros suizos	78'5	21'5	0'38	0'51	0'22
Según Emilio Wolf:					
Estiércol fresco	75'0	25'0	0'39	0'45	0'18
— consumido	75'0	25'0	0'50	0'53	0'26
— muy consumido	79'0	21'0	0'58	0'50	0'30
Según Aubin:					
Término medio de 11 análisis	»	»	0'65	0'73	0'55

Estiércol de Eure-et-Loire, según Garola:

	Agua	Materia seca	Nitrógeno	Potasa	Acido fosfórico
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Cloches	»	»	0'50	0'60	0'50
Gas	78'7	21'3	0'62	0'65	0'56
Plancheville	81'2	18'8	0'51	0'33	0'43
Brezolles	75'0	25'0	0'48	0'55	0'62
La Loupe	73'0	27'0	0'68	0'54	0'63
Moronville	52'0	48'0	0'83	1'05	1'11
Ermenonville	53'0	47'0	1'50	1'41	0'86
Bessay	72'0	28'0	0'76	0'93	0'54
Roinville (a)	76'0	24'0	0'68	0'29	0'15
— (b)	61'0	39'0	0'50	0'94	0'47

Composición del purín.— Los jugos del estiércol se llaman purín y contienen principios fertilizantes solubles fácilmente asimilables que constituyen un abono muy activo. Por esta razón hemos aconsejado que se recoja cuidadosamente y se emplee para mejorar los estiércoles. En algún

caso es muy ventajoso mezclarlo con agua y derramarlo mediante un tonel especial (fig. 21), por las praderas naturales donde produce señaladísimos efectos. Por lo tanto, conviene estudiar su composición.

Está formado por los mezclados orines de los animales y por las aguas pluviales que mojan el montón de estiércol. Su composición se diferencia de la de los orines mixtos de los

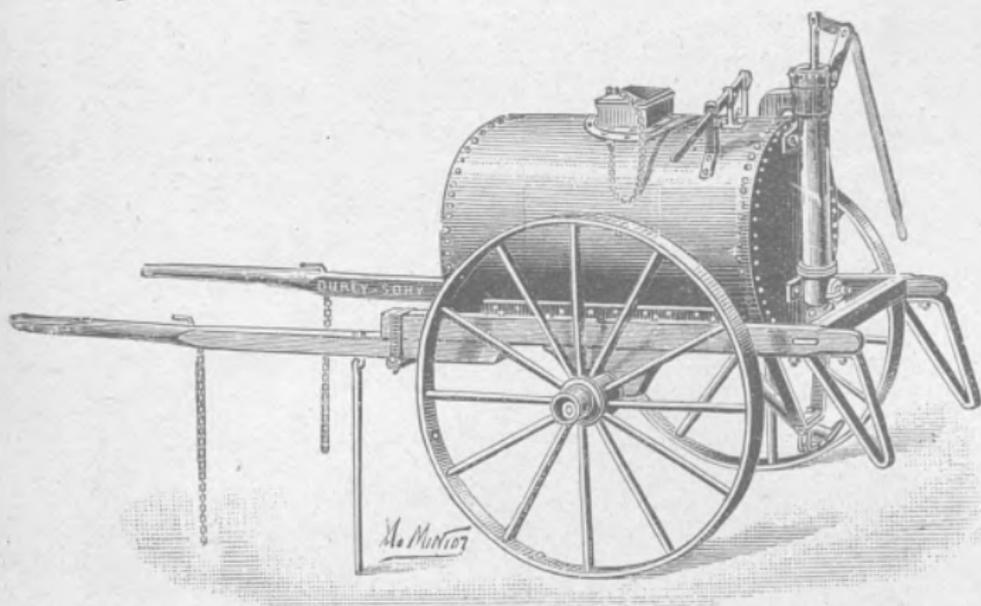


Fig. 21.—Cuba de purín.

animales de la granja no sólo por estar mezclado con agua, sino también porque en el estiércol regado con él deja parte de sus elementos solubles.

Wolcker le asigna la composición siguiente:

	Máximo	Mínimo
Agua.	992'500	980'200
Materias orgánicas	10'200	2'200
Materias minerales	8'900	3'700
Nitrógeno.	1'340	0'260
Acido fosfórico.	0'518	0'038
Potasa	3'550	1'980

Por otra parte, según Emilio Wolf, un litro de purín contiene por término medio:

	Gramos
Agua	982'0
Nitrógeno	1'5
Acido fosfórico	0'1
Potasa	4'9



Tierra agotada.

Tierra agotada, 0'75 l. de purín.

Fig. 22.—Acción del purín.

El purín, como los orines, abunda especialmente en nitrógeno y potasa, con vestigios de ácido fosfórico (fig. 22).

Valor del estiércol.— El valor del estiércol, como abono, debe computarse por la cantidad de principios fertilizantes

que contiene y el precio a que se cotiza en el mercado. Suponemos que el kilogramo de nitrógeno del estiércol vale 1'50 francos, precio inferior al que el mismo tiene en los abonos comerciales. Al ácido fosfórico del estiércol, que consideramos de fácil asimilación, le asignamos el mismo valor



Purín Testigo Abono completo Abono sin ácido fosfórico Abono sin nitrógeno Abono sin potasa

Fig. 23.—Acción comparada del purín.

que al de los superfosfatos solubles en el citrato, y damos a la potasa un valor de 0'40 francos, como en el cloruro potásico:

	Kilogr.	Francos
Nitrógeno	5 =	7'50
Acido fosfórico	5 =	2'00
Potasa	6 =	2'40
Total		<u>11'90</u>

Para apreciar el valor del purín tomaremos como precio del kilogramo de nitrógeno el de la de sangre desecada o el de las astas, y daremos al ácido fosfórico y a la potasa un valor de 0'50 francos. Por lo tanto, un metro cúbico de este abono líquido valdrá:

	Kilogr.	Francos
Nitrógeno	1'5 =	2'70
Acido fosfórico	0'1 =	0'05
Potasa	4'9 =	2'45
Total		<u>5'20</u>

Estos cálculos son más bien inferiores a la realidad, porque no se tiene en cuenta la acción de las materias húmicas, cuya predominante eficacia no debe olvidarse.

Empleo del estiércol

No sólo conviene producir mucho estiércol y tratarlo convenientemente, sino también saberlo emplear de modo que produzca el máximo efecto en el mínimo de tiempo.

Decimos en nuestra obra *Las labores de la granja*:

«En general, se saca el estiércol del montón con horquillas para cargarlo en carros. Como el montón tiene capas de diferente edad en distintos estados de descomposición, así como también las capas son alternativamente de estiércoles de caballos, de cornúpetos, o cerdos y carneros, resulta que cuando se saca el estiércol en capas horizontales, los primeros carros cargan el estiércol pajoso y los últimos el estiércol consumido con aspecto de manteca negra. De aquí que el abono de un mismo campo resulta muy diferente y, por lo mismo, también desiguales habrán de ser las cosechas y los rendimientos.

»La extracción del estiércol debe hacerse por tiras verticales de 50 a 80 centímetros de ancho en el sentido de la altura del montón. Para cortar el estiércol se usan cuchillos (fig. 24) iguales a los cortahenos. Un obrero puede cargar en una hora de 1,000 a 2,000 kilogramos. Procediendo por tiras, es homogénea la carga de cada carro de estiércol.

»No se debe llevar el estiércol a las tierras con anticipación, ni tampoco dejarlo en montones, porque fermenta rápida y desigualmente y el calor volatiliza las sales amoniacaes. Además, las lluvias arrastran gran parte de materias solubles, de suerte que la parte inferior de las montoneras está saturada de purín y la superior es todo paja.

» Aunque luego este estiércol se extienda uniformemente por todo el campo, será siempre la cosecha desigual, y su rendimiento será nulo en la mayor parte del campo, al paso que en el sitio donde estuvo la montonera volcará la cosecha.

» Se debe tomar por regla absoluta esparcir el estiércol en cuanto llegue al campo. El estiércol esparcido no desmerece tanto y conviene enterrarlo lo más pronto posible por medio de labores. Para regularizar su penetración en la tierra debe ir un operario detrás del carro con una horquilla para echar el estiércol en los surcos.

» El estiércol enterrado no pierde gran cosa, pues las partículas terrosas fijan y absorben enérgicamente los productos de su descomposición.

» En opinión de Thaer debe enterrarse el estiércol a la primera labor de barbecho. Dice sobre el particular: «A mi entender, es mejor que el estiércol reciba tres labores antes de la siembra, y fuera preferible acarrearlo de modo que quedara enterrado a la primera labor, pues me parece pésimo el procedimiento de enterrarlo a última labor, porque es una de las causas principales de fracaso en el cultivo de cereales.

» Muchos agricultores tienen ojeriza al procedimiento de enterrar el estiércol antes de la labor precedente a la siembra, y se figuran que de esta manera absorben sus jugos las malas hierbas; pero esta abundante vegetación de hierbas adventicias, lejos de ser perjudicial es, por el contrario, muy ventajosa, porque el arado destruye más fácilmente sus semillas y raíces una vez desarrolladas y al enterrarlas aumentan la fertilidad del estiércol y del suelo. Basta esta consideración para desvanecer el tradicional prejuicio que sobre el particular mantienen los agricultores sin más examen.»

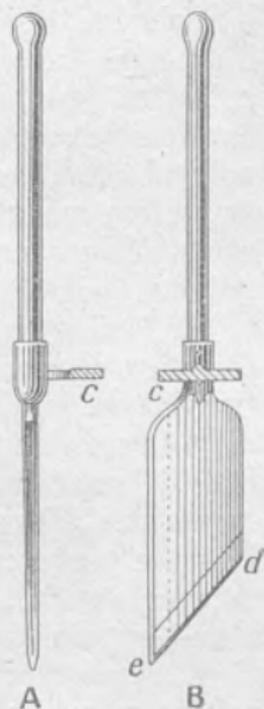


Fig. 24.—Azada para remover el estiércol.

»El estiércol no aprovecha tanto a los cereales como a las plantas escardales e industriales que requieren binas, no las perjudica la maleza ni se vuelcan como los cereales, y como necesitan numerosas y siempre las mismas modalidades de cultivo, cualesquiera que sean sus productos, sólo son provechosas en suelos muy estercolados.»

Sobre todo se debe evitar el estiércol fresco en los cereales, porque las simientes de maleza y larvas que contiene antes de fermentar ensucian muy mucho la tierra y perjudican notablemente las cosechas. El estiércol muy fermentado no tiene este inconveniente, porque las larvas y las semillas de maleza mueren durante la putrefacción. Pero por poco abundante que sea la estercoladura, el estiércol muy fermentado ocasiona el vuelco de los cereales.

En las tierras medianas y ligeras es ventajoso el empleo de estiércoles medio consumidos como ya indicamos. En las tierras fuertes, por el contrario, convienen estiércoles pajosos o frescos. Esto consiste en que en las tierras compactas penetra difícilmente el aire y no favorece la nitrificación de los abonos pulverulentos, al paso que los estiércoles pajosos levantan y ahuecan las tierras exponiéndolas a la acción del oxígeno que favorece en gran manera la actividad de los fermentos nítricos. Müntz y Girard observaron que en una tierra fuerte, arcillocalcárea, el estiércol fresco de vaca dió seis veces más nitrógeno nítrico que el sulfato amónico, y cerca de siete veces más que la sangre desecada.

Por el contrario, en las tierras ligeras propensas a sequía, ha de evitarse todo cuanto favorezca la excesiva aireación del suelo, y, por lo tanto, no conviene el estiércol fresco y pajoso.

No se ha de enterrar el estiércol muy profundamente. En las tierras ligeras puede hundirse algo más que en las fuertes. Si las plantas que deben abonarse tienen raíces profundas, los estiércoles deben enterrarse a mayor profundidad que cuando han de fertilizar plantas de raíces superficiales.

El transporte del estiércol se efectúa en vehículos de diferentes formas, según las localidades: carretones, carretas o chirriones. Lo importante de la operación consiste en coor-

dinar bien el número de carros y cargadores con las distancias que se han de recorrer.

He aquí, según Heuzé, la combinación más a propósito para ahorrar tiempo: uno de los carros debe cargarse la víspera en disposición de salir, y al día siguiente por la mañana el conductor unce inmediatamente el tiro a este carro y lo conduce al campo que se ha de abonar. En cuanto se pone en marcha, los cargadores cargan otro carro, y al regresar del campo el primer carretero desunce el tiro y lo engancha inmediatamente al carro cargado, que sale a su vez para el campo, y los cargadores llenan el vehículo que acaba de llegar vacío. Cuando la distancia que se ha de recorrer es mucha, se emplean dos tiros y tres carros. De esta manera siempre hay un vehículo que descarga en el campo, otro en camino y el tercero que se carga durante la ida y la vuelta de los otros dos.

En cuanto el conductor llega al campo descarga el vehículo de manera que el estiércol forme montones iguales, distanciados unos de otros cosa de siete metros. Si la estercoladura permite esparcir 20,000 kilogramos de estiércol por hectárea, y suponiendo que el estiércol pese 700 kilogramos por metro cúbico, se habrán de acarrear 30 metros cúbicos aproximadamente, o sean 15 carros cargados con 2 metros cúbicos cada uno. Cada montón debe cubrir 49 metros cuadrados, por lo que habrán aproximadamente 200 por hectárea y contener hectolitro y medio de estiércol. Así es que cada vehículo proporcionará 13 hectolitros.

Estiércol esparcido.—Hemos dicho que conviene enterrar el estiércol lo más pronto posible, porque expuesto al aire pierde mucho amoníaco. Sin embargo, en ciertos casos los cultivadores esparcen el estiércol mientras las plantas están en vegetación. No creemos ventajoso este procedimiento, sobre todo disponiendo hoy día de abonos pulverulentos muy asimilables, que pueden substituir ventajosamente al indicado.

Los experimentos efectuados en Grignon con estiércol esparcido y estiércol enterrado, demostraron claramente la inferioridad de aquel procedimiento. En el cultivo de maíz forrajero se obtuvieron:

Con 40,000 kilogramos de estiércol enterrado. .	82,500 kilos.
Con 40,000 kilogramos de estiércol esparcido. .	64,800 —

En las patatas, los resultados fueron los siguientes:

Con 40,000 kilogramos de estiércol enterrado. .	238 hectolitros.
Con 40,000 kilogramos de estiércol esparcido. .	222 —

Los residuos del estiércol enterrado son mucho más eficaces para el cultivo del trigo y del pipirigallo que los del estiércol esparcido por la superficie del campo.

Malpeaux, director de la Escuela práctica de agricultura de Berthonval (Paso de Calais), ha demostrado también experimentalmente que la estercoladura enterrada es más eficaz que la esparcida, no sólo en las remolachas a que se aplica directamente, sino también en el trigo cultivado después en el mismo terreno.

Sin embargo, en los cultivos de jardinería se emplea el estiércol esparcido. Las ventajas de esta práctica son evidentes, y Nanot ha demostrado lo mucho que estimula la producción del suelo; pero la experiencia enseña que su eficacia depende del aislamiento del suelo, que disminuye la evaporación y esponja la tierra vegetal.

En efecto, se obtienen casi tan ventajosos resultados abrigando el suelo con planchas metálicas o papel apergaminado, como si se le abriga con capas de estiércol. Hemos conseguido muy importantes resultados extendiendo sobre el suelo una capa de serrín de madera blanca en un campo de cereales.

Cantidad de estiércol que se debe emplear.—La cantidad de estiércol por hectárea depende de las exigencias de la planta que se cultiva y de la mayor o menor fertilidad del suelo.

Las plantas muy productivas ya desde el primer año de vegetación y que llevan semillas, necesitan estercoladuras más fuertes e intensas que otros vegetales. También las tierras ligeras exigen estercoladuras más flojas, pero más frecuentes que las tierras fuertes, pues, según sabemos, la arcilla y el mantillo retienen energicamente los principios

fertilizantes y hasta saturarse de ellos no los ceden, y aun lentamente, a la planta.

La experiencia demuestra que cuando se empiezan a cultivar tierras arcillosas agotadas, el primer abono no produce casi ningún efecto, porque la arcilla lo retiene, y sólo al cabo de varias estercoladuras recobran estas tierras su primitiva fertilidad. Según Gasparin, contienen entonces aproximadamente 16 gramos de nitrógeno por quintal y por centésima de arcilla. Por lo tanto, la tierra arcillosa necesita considerable cantidad de abono para alcanzar toda su valia agrícola. En años secos, la arcilla se endurece y el suelo es estéril. La eficacia del abono reaparece en parte durante las temporadas húmedas; pero en todo caso es necesario que la arcilla se haya saturado de estiércol para que sea eficaz el añadido.

En suma, la cantidad de estiércol necesario para fertilizar un terreno depende del agotamiento del suelo, de la naturaleza de las tierras, calidad del estiércol y manera de emplearlo.

Mathieu de Dombasle indica, en circunstancias ordinarias, para la estercoladura completa de una hectárea, la dosis de 20,000 a 25,000 kilogramos de estiércol. Boussingault asigna unos 48,000 a 49,000 kilogramos. En los alrededores de París, donde se estercola copiosamente a causa de los agotantes cultivos allí de costumbre, se emplean hasta 54,000 kilogramos. En muchos países se aplican de 20,000 a 40,000 kilogramos, según sean las tierras ligeras o fuertes. En Flandes y el Hainaut se llega a 100,000 kilogramos y aun más. Según Schwerz, en el Brabante se incorporan 160,000 kilogramos de estiércol y 13 toneladas de purín por hectárea.

A continuación damos las proporciones anuales que, por hectárea, entierran diversas comarcas:

Roville	67 a	83 quintales.
Varios		133 —
En Boussingault		161 —
Contornos de París		180 —
Llanuras de Caen		200 —
Brabante		320 —
En Thaer		600 —

Sin embargo, conviene colocarse entre estos extremos, sobre todo hoy día en que disponemos de los abonos comerciales, pues, como luego veremos, se obtienen generalmente mejores resultados con poco estiércol complementado con abonos químicos.

Debe considerarse que en rotación trienal, en la mayoría de los casos, basta una dosis de 30,000 kilogramos de estiércol, que proporcionan al suelo:

Materias orgánicas.	6,450 kilos.
Materias minerales.	1,866 —

cuyos elementos fertilizantes son:

Nitrógeno	136 kilos.
Acido fosfórico	120 —
Potasa	180 —

Duración de la eficacia del estiércol.—El estiércol incorporado al suelo ejerce una acción inmediata y positiva, aunque no en relación con las cantidades de principios fertilizantes que proporciona la estercoladura. 30,000 kilogramos de estiércol incorporan al suelo 176 kilogramos de nitrógeno, aproximadamente, y semejante estercoladura no es ni de mucho exagerada. Si en forma de nitrato sódico o de sulfato amónico, cuyo nitrógeno es rápidamente asimilable, se proporcionara la misma cantidad de 30,000 kilogramos a una cosecha de trigo, nadie pondrá en duda que con ello se producirá seguramente el vuelco. Si no sucede lo mismo con la aplicación de estiércol, es porque su nitrógeno se encuentra en gran parte en combinaciones cuaternarias que van transformándose poco a poco en nitratos por la acción de los fermentos del suelo. La experiencia agrícola demuestra evidentemente que las estercoladuras mantienen su eficacia durante tres años en las cosechas sucesivas. En el campo de experiencias de Cloches, donde por tiempo de doce años hemos estudiado con la valiosa colaboración de Oscar Benoist, la acción de diversos abonos en las principales cosechas de la comarca, comprobamos concluyentemente que el

trigo de segunda cosecha en la parcela que cada tres años recibía en las escardas una estercoladura de 30,000 kilogramos, rendía por ocho cosechas:

Grano	7'7 quintales.
Paja	13'5 —

en excedente promediado sobre los rendimientos de la parcela cultivada sin abono.

La avena de tercera cosecha dió, en diez años, el siguiente exceso sobre la parcela sin abono:

Grano.	3'55 quintales.
Paja	5'90 —

Así, pues, hay que considerar el estiércol como un valioso abono, porque además de su notoria e inmediata acción luego de incorporado a la tierra, es más duradera su eficacia, que no se agota en un cultivo anual, sino que va acumulando en la tierra reservas que absorben sucesivamente las plantas. Por esto los agricultores diligentes cuidan de mantener en sus tierras estas importantes reservas que llaman abono en tierra, tierras de grasa vieja o de vieja fuerza, y los suelos así enriquecidos se denominan tierras grasas o de cuerpo.

Comparación entre el estiércol y los abonos comerciales

Es cierto que el estiércol de granja bien cuidado es el abono más favorable a todo cultivo y el más conveniente a la generalidad de los suelos. Pero sería peligroso dejarse seducir por la creencia de que es posible acrecentar fácilmente y en poco tiempo la fertilidad del suelo con el exclusivo empleo de estiércol, sobre todo si se cultivan terrenos que carezcan de los principios nutritivos que hemos indicado o que sólo los posean en escasas proporciones. En efecto, el estiércol de granja no es más que el residuo de plantas forrajeras, pajas y de granos consumidos por el ganado, y sólo representa una fracción de las materias nutritivas extraídas

del suelo por las cosechas, pues una gran parte de dichas materias se venden con las cosechas, y de las restantes, o sea el nitrógeno, fosfatos y potasa de los alimentos consumidos por el ganado, se transforman muchas en carne, huesos, leche, lana, pelo, cuernos, etc. Así resulta que el estiércol no puede restituir al suelo todo lo que las cosechas le extrajeran.

Además, como el estiércol proviene del suelo, no puede contener nada que no se halle previamente en éste. Si la tierra es pobre en fosfato, el estiércol a su vez será también pobre en este elemento de primera necesidad. Por lo tanto, *en un suelo incompleto no será nunca el estiércol de granja un abono completo*. Para proporcionar a las plantas suficiente alimentación conforme a las necesidades de cada una de ellas, es preciso investigar de qué sustancias carece el suelo, para dárselas, aparte del estiércol, en forma adecuada a las especiales exigencias de los vegetales cultivados.

Aun en las mismas tierras de perfecta composición mineral y enteramente asimiladoras de las materias alimenticias, sólo es el estiércol abono completo en cuanto a la calidad y no a la cantidad de los alimentos que proporciona, porque las dosis relativas de las diversas sustancias alimenticias varían según la planta, mientras que la composición del estiércol no varía nunca en el sentido de proporcionar una alimentación prudentemente económica. De esto se infiere que, incluso en suelos provistos de todos los indispensables principios nutritivos, *el estiércol puede ser insuficiente y necesita complementarse para el abono de determinadas plantas*.

Además, a fin de mantener en equilibrio la fertilidad de las buenas tierras y aumentar la fecundidad y riqueza de los campos de un modo general, es de todo punto necesario completar el estiércol de granja con materias fertilizantes aportadas del exterior, y esta necesidad es tanto más apremiante cuanto mayor es la pobreza del suelo en una o varias sustancias alimenticias.

Si esto es cierto en las condiciones más favorables, con mayor razón lo será en la inmensa mayoría de los casos. Resulta evidente que la cantidad de estiércol producido por

una tierra sin materias fertilizantes aportadas del exterior, no basta para abonarla convenientemente y obtener cosechas abundantes. A pesar de cuantos esfuerzos haga el agricultor para aprovechar por completo las substancias que puedan aumentar el montón de estiércol, ni por mucho que le cuide, se convencerá de que la granja no se basta a sí misma para obtener del suelo cosechas un tanto valiosas.

De estas consideraciones se induce que ni en calidad ni en cantidad basta el estiércol de granja en todos los casos; pero no es menos cierto que es base esencial de los abonos y de la fertilidad del suelo. Sobre el particular hay dos razones de suma importancia: una de orden económico y otra de orden fisiológico.

Es innegable que el estiércol de granja es el abono más económico. Anteriormente computamos su precio en 12 francos por tonelada, según la cotización corriente de las materias fertilizantes. Bella, ex director de Grignon, obtenía el estiércol a 12 francos tonelada, incluyendo los gastos de transporte y de distribución, con mayor riqueza fertilizante que el que tomamos por tipo, pues dosificaba 7'2 kilogramos de nitrógeno, 6'1 kilogramos de ácido fosfórico y a lo menos 6 kilogramos de potasa, por lo que podemos evaluarlo de la manera siguiente:

7'2 kilogramos de nitrógeno a 1'50 francos	10'80 francos.
6'1 — de ácido fosfórico a 0'40 francos	2'44 —
6'0 — de potasa a 0'40 francos	2'40 —
Total.	15'64 francos.

De esto se induce que el precio de coste del nitrógeno, del ácido fosfórico y de la potasa proporcionados por el estiércol, es inferior al de los mismos principios fertilizantes obtenidos en el comercio.

Pero esto no es todo, porque si por una parte la eficacia del estiércol se debe a las materias asimilables que pueden proporcionar a las plantas, por otra parte influye energicamente en las materias minerales alimenticias contenidas en el suelo y cuya asimilación favorece. El estiércol de granja desempeña un papel muy importante en el *laboratorio vege-*

tal, a causa del mantillo que produce al descomponerse y que se combina con las materias minerales alimenticias e insolubles en el suelo, poniéndolas así en perfectas condiciones de asimilación por las raíces. El mantillo proveniente de la descomposición del estiércol en el suelo no lo absorben en realidad las raíces, salvo en algunos casos; pero sirve de vehículo a las materias minerales y, sobre todo, a los fosfatos, para proporcionárselo a las raíces a medida que éstas las van necesitando. Este papel, por secundario que parezca, tiene capital importancia desde el punto de vista de la fertilidad de las tierras, pues la fecundidad del suelo depende en gran parte de la abundancia de mantillo combinado con ácido fosfórico, potasa, magnesia, hierro, etc., principios esenciales de toda vegetación.

Como quiera que, según hemos visto, el estiércol de granja no sólo proporciona a las plantas los elementos que contiene, sino que además favorece la asimilación de los minerales insolubles del suelo, resulta un abono mejorante, y en esto consiste la necesidad de su empleo, hasta el punto de que fracasaría fatalmente toda tentativa de prescindir de él en los cultivos.

Cuanto acabamos de exponer nos permite comparar la acción del estiércol de granja con la de los abonos comerciales. El estiércol es la base innegable de la fertilidad y el agente indispensable para favorecer la asimilación de los alimentos minerales insolubles contenidos en el suelo. Es un abono de primera necesidad, porque únicamente él permite obtener el mejor partido posible de las fuerzas productivas del aire y de la tierra en las más ventajosas condiciones económicas.

Mas a pesar de su excelencia, el estiércol no satisface todas las necesidades del suelo y de las plantas. Es necesario complementarlo en ciertos casos para que pueda influir en la tierra y los vegetales de modo que rindan cuanto sean capaces de dar. En cuestión de abonos, desde el punto de vista de su aplicación, todo es relativo. Cuantos problemas se presentan, sólo pueden resolverse teniendo en cuenta las exigencias de las plantas y las propiedades del suelo. Por consi-

guiente, según la naturaleza de los cultivos y terrenos, el estiércol de granja debe completarse de una o de otra manera.

Para obtener estos resultados hay que recurrir a las materias fertilizantes que no se producen en la granja: los abonos comerciales. A nuestro juicio, estos últimos son los abonos complementarios del estiércol de granja.

Unicamente considerándolos así, allegará la agricultura el mayor provecho de ellos.

Para demostrar que el empleo combinado de una dosis media de estiércol de granja completada con abonos apropiados es, en la mayoría de los casos, el medio más seguro y económico de obtener mayores rendimientos, nos referiremos a los resultados de los diferentes experimentos que realizamos en Cloches. Con el nombre de estercoladura mixta, designamos en la tabla el empleo por hectárea, para un periodo de tres años, de 15,000 kilogramos de estiércol de granja, completado, según las necesidades de cada cultivo, con superfosfatos y nitrato sódico en dosis moderadas. La parcela abonada solamente con estiércol, recibía cada tres años, al comienzo de la rotación en cultivo de planta escardada, 30,000 kilogramos de estiércol idéntico al precedente. Las parcelas con abono completo recibían en cada cultivo una mezcla de superfosfato, cloruro potásico y de nitrato sódico, o bien sulfato amónico a dosis elevadas.

Excedentes medios de las cosechas

	Estercoladura mixta	Estiércol solo	Abono completo
Trigo (grano: 8 cosechas)	8'30	7'70	7'10
Avena (grano: 10 cosechas)	5'00	3'55	4'80
Prado artificial (8 cosechas)	13'30	17'20	14'45
Remolacha de azúcar	217'00	184'00	181'60
Remolacha de siembra (2 cosechas)	6'67	4'77	5'36
Patatas.	92'50	79'00	105'00
Zanahorias forrajeras	240'00	170'00	205'00

Se infiere claramente de esta tabla que, excepto en las praderas artificiales, la estercoladura mixta fué más ventajosa que la estercoladura exclusiva, y superior, también, al exclusivo empleo de los abonos químicos completos, menos

en las praderas artificiales y en las patatas. Nuestros prolongados experimentos demuestran convincentemente la ventaja de combinar el estiércol de granja, en dosis moderada, con abonos del comercio.

III.—DIVERSOS ABONOS ORGÁNICOS

Detritus de ciudades o basuras

Se designa con el nombre de *detritus de ciudades o basuras* el conjunto de todos los desechos de habitaciones, cocinas, mercados, talleres, fábricas, etc., que cada mañana recogen los basureros municipales o de empresas particulares.

La composición de estas basuras es muy variable según los barrios, épocas del año y costumbres locales. Están constituidas por despojos de legumbres, pescados, aves, plumas, pelos, barreduras, etc., y no se les puede asignar una composición media aproximada; únicamente por el estudio directo de cada caso particular podría el agricultor darse cuenta del valor fertilizante de semejantes residuos.

Los jardineros y hortelanos prefieren las basuras para el abono de sus tierras, pues desde hace tiempo se conoce su eficacia en el cultivo de las legumbres; pero no conviene emplearlas en estado fresco, sino que es necesario hacerlas fermentar como el estiércol, y a este fin las dejan durante tres meses aproximadamente en enormes montones. Para activar su descomposición se remueven los montones al cabo de seis semanas. Las basuras fermentadas se llaman *basuras negras*, y las frescas, *basuras verdes*.

Müntz y Girard han estudiado detenidamente las basuras de París, encontrando en las verdes, tal como las descargan los basureros, las siguientes cantidades de elementos fertilizantes:

Nitrógeno.	0·38	por 100
Acido fosfórico.	0·41	—
Potasa	0·42	—
Cal	2·57	—

La riqueza de este abono puede compararse a la del estiércol de granja de composición media.

Una vez fermentadas las basuras, pierden gran parte de volumen, y ganan en homogeneidad a causa de la descomposición de los elementos vegetales en bruto que contienen, y forman entonces una especie de mantillo negruzco, cuya composición es:

Nitrógeno.	0'45	por 100
Acido fosfórico.	0'59	—
Potasa	0'52	—
Cal	3'75	—

Las basuras negras de Burdeos dieron, según dichos experimentadores, los resultados siguientes:

Nitrógeno.	0'49	por 100
Acido fosfórico.	0'58	—
Potasa	1'22	—

Las basuras de Nancy, en estado conveniente para su inmediato empleo, analizadas en el laboratorio de M. L. Grandeau, dieron por cada 100 kilogramos de materia normal:

Materias orgánicas	32'37	por 100
Cal	7'54	—
Potasa	1'05	—
Acido fosfórico.	0'27	—
Nitrógeno.	0'50	—

Por lo tanto, estos abonos son de riqueza análoga a la del estiércol y constituyen un gran recurso para las fincas inmediatas a las ciudades populosas, aunque también convenirían al pleno cultivo rural, no tan sólo al de hortalizas y legumbres, sino a los cereales, crucíferas y plantas escardadas.

El peso del metro cúbico de basura negra oscila entre 800 y 1,200 kilogramos, según la proporción de materias minerales que contenga. Se vende de 3 a 5 francos el metro cúbico.

Si computamos su valor con arreglo a los precios unitarios empleados en la valoración del estiércol, el de las basuras de Nancy será:

Potasa, 1 kilogramo a 0'40 francos	0'40 francos.
Acido fosfórico, 0'27 kilogramos a 0'40 francos	0'10 —
Nitrógeno, 0'50 kilogramos a 1'50 francos	0'75 —
Total.	1'25 francos.

o sea 9'50 francos el metro cúbico, precio máximo del abono del estiércol de granja.

Si un agricultor lo necesitara, no habría de pagarlo a mayor precio, sin contar los gastos de transporte.

Légamos de estanques, balsas, etc.

En el fondo de los estanques, balsas, sumideros, etc., se depositan con el tiempo légamos que, por lo general, abundan en materias orgánicas. Se extraen y se amontonan en las orillas, para después de escurridos y fermentados al aire libre estercolar los campos. Con frecuencia, salvo si son muy calcáreos, se mezclan con el 5 a 10 por 100 de su volumen de cal para acelerar su descomposición, y se forman con ellos montones que se remueven y vuelven a formar al cabo de dos meses.

La composición de estos légamos es muy variable y sólo cabe determinarla en cada caso particular. Hervé Mangon les asigna de 4 a 5 kilogramos de nitrógeno por tonelada. Contendrían tanto nitrógeno como el estiércol, aunque menos asimilable. He aquí como se expresa respecto a este particular el citado autor:

«Los légamos pueden emplearse como abono esparciéndolos por las praderas o enterrándolos por medio de una labor al mismo tiempo que el estiércol; pero, en general, se aprovechan mejor sometiéndolos a una preparación particular que varía según su composición y las circunstancias locales de la finca.

»Los légamos no calcáreos o muy abundantes en materias orgánicas parcialmente descompuestas forman con la cal excelentes compuestos. También pueden servir de excelentes yácigas terrosas. Secados al aire libre y triturados son la mezcla más conveniente con los abonos salinos o pulverulentos que se esparcen con tierra o cenizas.

»En el momento de su extracción, es el légamo más o

menos húmedo, y expuesto al aire o al sol pierde muy luego agua en proporción del 50 al 70 por 100 de su peso, y aun así escurrido retiene del 3 al 10 por 100 de agua, cuya evaporación necesitaría un calor de 105°.

»El légamo secado al sol y pulverizado pesa ordinariamente de 700 a 800 kilogramos el metro cúbico, y el fresco, de 1,100 a 1,600 kilogramos; pero varía mucho según las localidades. Algunos légamos contienen crecidas cantidades de carbonato cálcico y constituyen margas tanto más activas cuanto más dividida está la caliza. Otros carecen por completo de caliza, y en el agua fría, como las tierras fertilizantes, sueltan ciertas cantidades de productos solubles formados de materias orgánicas y minerales.

»Pocos légamos contienen notables cantidades de fosfato y, en cambio, abundan más o menos en nitrógeno, según la procedencia, aunque los de buena calidad desecados al aire libre contienen de 0'4 a 0'5 por 100 de su peso de nitrógeno; es decir, casi tanto como el estiércol fresco; y si bien no siempre inmediatamente asimilable, constituye para la tierra un aumento de fertilidad proporcionado a su peso.

»Por lo tanto, el légamo tiene, en general, para la agricultura un valor muy superior al del coste de extracción, manipulación y empleo. Además de las cifras precedentes, se induce que las limpias de fondos podrían proporcionar anualmente al cultivo francés la misma cantidad de nitrógeno que 200,000 toneladas de estiércol de granja, pues se ha calculado que la limpia de las corrientes de agua extraen 250,000 metros cúbicos anuales de légamo.»

Para completar estas valiosísimas indicaciones, damos a continuación la composición de diferentes légamos.

Légamo de una balsa de Beauce, por tonelada:

Agua	37'80
Caliza	453'00
Arcilla	309'40
Arena fina	188'80
Mantillo	7'00
Nitrógeno	2'14
Acido fosfórico	2'59
Potasa	3'70

Patermann ha encontrado en los légamos de estanque las siguientes cantidades de materias fertilizantes:

Materias orgánicas	4'54 a 7'20	por 100
Nitrógeno	0'05 a 0'13	—
Acido fosfórico	0'14	—

En los légamos extraídos del Erdre, en Nantes, encontró Bobierre:

Materias orgánicas	7'24	por 100
Nitrógeno	0'31	—
Acido fosfórico	0'25	—

Pueden también utilizarse como abono los légamos extraídos de los puertos de mar, después de expuestos al aire libre y desposeídos de la sal marina por las lluvias. Se les puede asignar la siguiente composición:

Nitrógeno	0'25 a 0'39	por 100
Acide fosfórico	0'18 a 0'23	—
Potasa	0'60 a 0'90	—
Cal.	0'50 a 7'00	---

Por lo tanto, no son despreciables para las praderas y plantas escardadas. No se usan para los cereales porque pueden contener semillas de maleza que mantengan latente su vitalidad aun después de la transformación.

Excrementos humanos

En todos los países donde la agricultura está adelantada, se consideran con razón los excrementos humanos como abono muy eficaz, y se recogen con todo el cuidado posible. Al incorporar al suelo estos excrementos, le restituyen gran parte de las materias extraídas por las cosechas. Hermstaed y Schübler demostraron experimentalmente que la producción de un suelo sin abono se triplica abonado con orines humanos. La eficacia no es, pues, dudosa. El razonamiento está en este caso absolutamente confirmado por la experiencia. Sin embargo, en casi todas las ciudades y campiñas de

Francia se dejan perder estas materias fecales, cuya restitución al suelo debería considerarse como un imperioso deber.

En China, el país más poblado del mundo, no sucede en este particular lo que en Europa (1).

Dice Liebig, en su *Décima tercera carta sobre agricultura moderna*: «Es de todo punto imposible formarnos idea del cuidado que los chinos ponen en sacar partido de las materias fecales del hombre. Para ellos es el jugo nutritivo del suelo, que debe su fertilidad a este enérgico agente.

»Los chinos, cuya habitación es aun la primitiva cabaña de piedra y madera, no tienen en ellas lugares excusados al estilo europeo, sino que colocan en un rincón cubos de tierra o cisternas cuidadosamente tapadas, y de tal modo está arraigada en los chinos la idea de su utilidad, que no les molestan, sino que, por el contrario, les satisfacen los olores que en Europa repugnamos por insoportables. Seguramente que todo chino, rico o pobre, se asombraría de que alguien se quejase del mal olor de los depósitos fecales.

»No desinfectan estas materias, sino que, como saben que pierden fuerza en contacto del aire, cuidan mucho de evitar la evaporación.

»Después del comercio de granos y de substancias alimenticias, no hay otro tan importante como el de esta clase de abonos. Unos vehículos largos y toscos atraviesan los caminos en todas direcciones y transportan diariamente estos abonos a los campos. Todo campesino que por la mañana va a vender sus productos en el mercado de la ciudad, se lleva por la tarde dos cubos de materias fecales colgantes de un tronco de bambú.

»Es tanto el valor que se da a estas materias, que cualquiera conoce las que un hombre puede producir en un día, en un mes y en un año, y para un chino se consideraría una

(1) Conviene advertir que en Cataluña se recogen cuidadosamente desde tiempo inmemorial los excrementos humanos, allí llamados vulgarmente *mercadería*, para abonar las tierras, con excelente resultado. Hay una Compañía que se dedica a la extracción de materias fecales por el sistema inodoro, y es lástima que el moderno sistema de alcantarillado, a que la higiene urbana obliga en las ciudades populosas, deje perder anualmente en el mar centenares de toneladas de materias fertilizantes.—(N. del T.).

incorrección imperdonable el que un huésped se marchase de la casa en que se ha alojado, sin dejar al menos el beneficio de las deyecciones a que se considera tener derecho a cambio de la hospitalidad concedida.

«En los alrededores de las ciudades populosas, estos excrementos se convierten en mantillo de estiércol, que se envía en forma de tortones o tortas á las provincias más apartadas del imperio. Para utilizarlos se deslien en agua.»

Respecto a estas materias fecales, dice Boussingault: «Los chinos las recogen con sumo cuidado en vasos dispuesto al efecto de trecho en trecho en los caminos más frecuentados: los viejos, las mujeres y los niños están encargados de sacarlas y extenderlas cerca de las plantas. A menudo las petrifican con arcilla o en forma de ladrillos que se pulverizan cuando secas; y, finalmente, esparcen estos polvos sobre el terreno.»

Al comentar el estudio de estas materias fecales como abono, conviene examinar la cantidad de ellas producida en Francia y que la desidia de los agricultores desperdicia. He aquí, primeramente, los resultados obtenidos por Wolf y Lehmann en el estudio de la producción y composición de los excrementos, según las personas:

1.^o — *Materias sólidas*

	Peso total	Nitrógeno	Fosfatos
Hombres	150 gr.	1'74 gr.	3'23 gr.
Mujeres.	150 »	1'92 »	1'08 »
Niños.	45 »	1'82 »	1'62 »
Niñas.	25 »	0'57 »	0'37 »
Término medio.	82'5 gr.	1'03 gr.	1'56 gr.
Por año.	30'1 kg.	0'375 kg.	0'569 kg.

2.^o — *Orines*

	Peso total	Nitrógeno	Fosfatos
Hombres	1,500 gr.	15'00 gr.	6'08 gr.
Mujeres.	1,350 »	10'73 »	5'67 »
Niños.	570 »	4'72 »	2'16 »
Niñas.	460 »	3'68 »	1'75 »
Término medio.	954 gr.	8'53 gr.	3'68 gr.
Por año.	345'2 kg.	3'11 kg.	1'378 kg.

Esto da, como término medio anual por persona :

Nitrógeno	3'488 kilogramos
Fosfatos.	1'947 —

De lo cual resulta que la producción de materias fecales por los 38 millones de habitantes asciende, en números redondos, a las cantidades siguientes:

Excrementos mixtos	14.261,400 toneladas
------------------------------	----------------------

que contienen :

Nitrógeno	132,500 —
Fosfatos.	74,000 —

En los lugares excusados se pierde siempre nitrógeno por fermentación. De acuerdo con Barral, reduciremos a 100,000 toneladas el peso del nitrógeno utilizable. Asignando el precio de 1'50 francos al nitrógeno, resultan 150 millones de francos. Valuando los fosfatos en 0'19 francos el kilogramo, se añaden 14 millones.

Por lo tanto, tenemos una enorme fuente de abonos; veamos cómo aprovecharla.

Abono flamenco (vaciaduras, toneles, etc., etc.). En los alrededores de Lilla se saca mayor provecho de las materias fecales, que se emplean como abono con los nombres antes citados. En todo el término de Lilla, los excusados están cuidadosamente revestidos de cemento y son impermeables para evitar toda filtración. Las materias sólidas y líquidas se conservan bien, con lo que la mezcla queda convenientemente fluida.

Cada agricultor tiene cerca de su granja una o varias cisternas de ladrillos cementados (fig. 25), con capacidad de 240 metros cúbicos y dos aberturas: una en la bóveda para introducir y extraer el abono, que se cierra por un postigo de roble; la otra en la pared norte, para acceso del aire y facilitar la fermentación.

Siempre que las faenas del campo lo permiten, el agricultor envía sus animales de tiro a la ciudad para traer to-

neles de mercadería cargados en carromatos especiales, y a medida que van llegando, los vacian en la cisterna, donde fermenta la materia fecal antes de su empleo. El foso nunca queda completamente vacío, porque tan pronto como se saca el abono, se substituye por un volumen igual de mercadería reciente.

Cuando las materias son demasiado líquidas, o no las hay en cantidad suficiente, se mezclan con tortas de colza, de

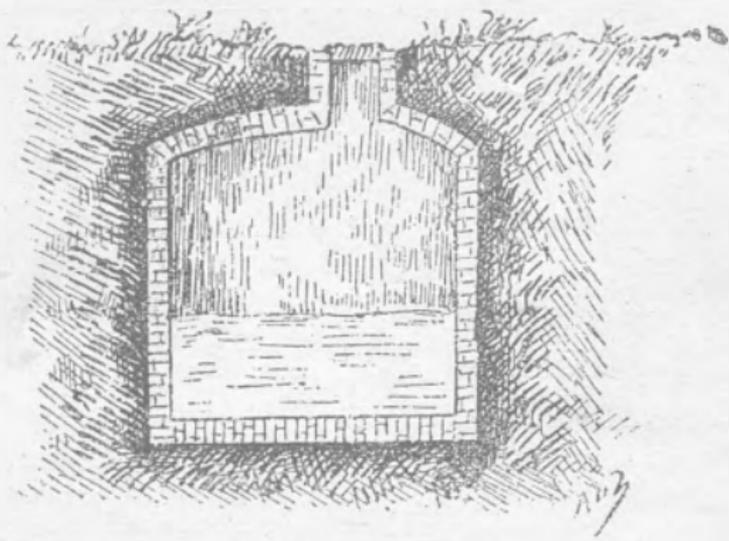


Fig. 25.—Cisterna para abonos líquidos de Flandes.

camelina, de algodón, o de alfónsigo, previamente pulverizadas. El conjunto se remueve de cuando en cuando con largas pértigas.

Si, por el contrario, la materia es muy espesa, se aclara con agua y, aun mejor, con orines de ganado.

Por el olor, la viscosidad y el sabor, reconocen los agricultores el valor del abono.

No les imitaremos en la cata; pero conviene estimar el producto que se compra, y está demostrado que la mercadería sin adición de agua señala por término medio $4^{\circ}5'$ en el areómetro de Baumé, o sean 1,032 del densímetro; por lo que, de la densidad, cabe inferir el valor de la mercadería. Nunca debe comprarse la inferior a 3 grados de Baumé.

He aquí, en opinión de Girardia, la composición del abono flamenco tal como se emplea :

	Abono puro	Abono con agua	
		de Lilla.	de los contornos.
Agua	950·89	981·55	989·52
Materias sólidas. . .	49·11	18·45	10·48
Total	1,000·00	1,000·00	1,000·00

que contienen :

Nitrógeno	8·888	6·553	1·835
Fosfatos	6·857	2·056	0·555
Potasa.	2·075	1·503	3·157

Tomando los mismos datos que para el estiércol, podemos asignar a la tonelada métrica de abono flamenco el segundo valor, según los tres casos considerados :

1.º Abono puro	15·45 francos.
2.º — aguado de Lilla	10·80 —
3.º — aguado de los contornos	4·10 —

Dice Girardin que en Lilla se compra un tonel de materias fecales (vulgarmente llamadas *mercadería*) de 125 kilogramos de peso neto a 0·30 francos, o sean 2·40 francos la tonelada métrica, más 0·30 francos por el transporte y 0·60 por el esparcido; de modo que la tonelada en el campo esparcida cuesta 9·60 francos tonelada. En estas condiciones, se ve muy claro que no vale la pena comprar mercadería de menos de 3º Baumé, o sea pagar 9·60 francos por lo que sólo vale 4 francos.

Este abono se aplica sobre todo a los cultivos de mucho rendimiento, como lino, colza, tabaco, remolacha, etc. Se esparce antes o después de la siembra y algunas veces después del trasplante.

Cuando se incorporan a la tierra antes de la siembra, se da una labor seguida de un rastrilleo para mullir el suelo antes de esparcirlas. Entonces se transporta el abono y se vierte en cubetas chatas de 2 a 3 hectolitros. Un obrero, provisto de un achicador (fig. 26), saca el abono y lo des-

parrama por el contorno, lanzándolo con el instrumento, que está provisto de una manguera de hasta 3 metros de longitud, de modo que el abono caiga en forma de lluvia. Se riega



Fig. 26.—Achicador.

así toda la superficie del campo. Para facilitar el transporte y derrame, puede recurrirse al tonel para purín sistema Faul, que está provisto de una bomba para aspirar el abono de la cisterna, y en la parte posterior tiene una espita que derrama el abono líquido en forma de cascada en toda la anchura del vehículo.

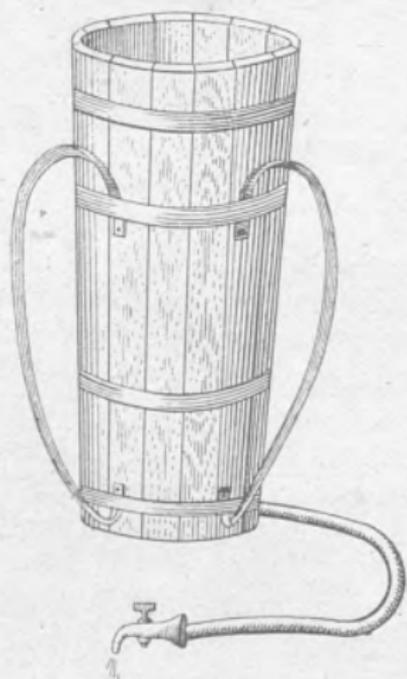


Fig. 27.—Cubeta para esparcir los abonos líquidos.

Después de la siembra se procede de la misma manera, excepto en lo concerniente a las operaciones preparatorias. Para la colza trasplantada, se derrama el abono en forma de lluvia al terminar la vegetación de primavera. Para el tabaco se opera de modo diferente: un obrero, con ayuda de un plantador, abre un agujero cerca de la base de cada planta; otro vierte una cucharada de abono y allana un poco la tierra con el pie, mediante un desparramador (fig. 27) provisto

de un canuto flexible, terminado en espita. Se puede proceder de la misma manera con las remolachas y las coles.

La dosis varía según los cultivos y las costumbres loca-

les. Cerca de Lilla se desparraman ordinariamente para el tabaco 330 hectolitros de mercadería o abono flamenco por hectárea, además del estiércol y las tortas. Para la remolacha forrajera, se emplean de 500 a 600 hectolitros. Para la remolacha azucarera, está probado que el abono flamenco en dosis razonable no perjudica la calidad, si se desparrama antes de la siembra, y substituye a una cantidad equivalente de estiércol y de tortas. Nunca debe regarse con este abono la remolacha en plena vegetación; pues está comprobado que es entonces detestable y muy cargado de sales.

Para el trigo, cultivado después de la remolacha, basta algunas veces reanimar en primavera, por medio de estos riegos, las parcelas débiles. Para el trigo después de avena, se emplean 165 hectolitros. Para las patatas, que han recibido estiércol antes del invierno, se desparrama la misma dosis, y si no ha habido estercoladura de granja, se llega hasta 250 hectolitros. La colza recibe primero una estercoladura, y después de la plantación, un riego de 165 hectolitros. En lo concerniente al lino, se emplea la misma dosis de abono flamenco durante el invierno, mucho tiempo antes de la siembra. En las praderas, se aplica en invierno. Las coles estercoladas o las clavelinas estercoladas reciben hasta 300 hectolitros.

En los años húmedos, es necesario economizar las dosis, sobre todo en lo concerniente al abonado de los trigos; pero nunca se ha de aplicar este abono cuando sufren las plantas sequía, porque en tales casos puede haber considerables pérdidas de amoníaco. Este abono, aunque muy activo, sólo tiene eficacia durante un año.

Mantillo de estiércol.—En París y otras ciudades, las materias fecales se utilizan para fabricar un abono especial llamado *mantillo de estiércol*, sólido y pulverulento. Para obtenerlo se colocan las materias fecales en grandes calderas, en donde se depositan las partes sólidas y se decanta del líquido que sobrenada. Son las aguas inútiles. La materia negra que se deposita en el fondo de las calderas se extrae para desecarla al aire, y algunas veces se pasa por el filtro-prensa. Las tortas obtenidas se pulverizan después. He aquí,

según Aubin, la composición del mantillo de estiércol tal como se entrega a la agricultura:

Procedencia	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa
París	1'65 p. 100	2'62 p. 100	0'67 p. 100
—	1'82 —	3'76 —	1'96 —
—	1'88 —	2'12 —	0'90 —
—	1'81 —	2'76 —	0'57 —
—	0'32 —	1'34 —	1'80 —
Seine y Oise.	1'86 —	2'39 —	»
—	0'68 —	0'98 —	»
—	1'02 —	3'62 —	»
—	1'20 —	3'84 —	»
Seine y Marne.	1'12 —	1'70 —	»
—	1'20 —	2'93 —	»
—	1'48 —	4'48 —	»
—	1'90 —	2'91 —	»
Oise.	1'57 —	2'53 —	0'39 —
—	1'65 —	3'71 —	»
Loiret	1'65 —	3'71 —	»
—	1'43 —	3'84 —	»
Loir y Cher.	0'46 —	1'21 —	1'29 —
Aisne	1'77 —	4'90 —	1'52 —
Yonne	2'62 —	4'80 —	»
Indre y Loire	1'32 —	0'60 —	»
—	0'83 —	1'02 —	»
Alto-Saône	1'52 —	1'79 —	1'05 —
Reims	2'79 —	8'14 —	0'53 —
—	1'06 —	4'51 —	0'41 —
—	0'83 —	3'24 —	0'11 —
—	1'06 —	4'50 —	0'41 —

En general, el mantillo de estiércol contiene 1'5 de nitrógeno y de 2 a 3 de ácido fosfórico; pero es un producto muy variable, que nunca debe comprar el agricultor sin previo análisis. Su acción es enérgica, aunque poco duradera. Se emplea ventajosamente para suplir la falta de estiércol en las tierras pobres en materias orgánicas. Debe esparcirse por lo menos en la proporción de 2,000 kilogramos por hectárea.

He aquí, según L'Hôte, la composición de las aguas de letrinas:

Nitrógeno (en gran parte amoniacal)	4'30 p. 100
Acido fosfórico	1'35 —
Cal.	1'59 —

Moll ha intentado emplearlas directamente en sus tierras de Vaujours, pero la mayor dificultad estriba en los gastos de transporte. Hoy día se destilan con cal para extraer sulfato amónico. Un metro cúbico de aguas de letrinas proporciona unos 10 u 11 kilogramos de esta sal.

Guanos

Con este nombre se designa cierta clase de abono muy eficaz. Pueden considerarse como resultado de la acumulación secular de los excrementos de las aves marinas que anidan en los islotes y en algunos puntos de la costa del Pacífico. Estos excrementos forman yacimientos que tienen a menudo 20 metros de espesor, y en otro tiempo abundaban en las islas Chinchas, cerca de Prisco, en las islas Iza e Ilo, cerca de Arequipa, y en las cercanías de Payta. La explotación se hacía y se hace al aire libre. Como en estas comarcas no llueve nunca, los guanos conservan todas las sales solubles de los excrementos, y, por consiguiente, abundan en sales amoniacaes, derivadas de la urea de los uratos. En ciertas regiones de Africa, también se han encontrado importantes yacimientos de guano. Pero como están sometidos a fuertes lavados, a causa de las precipitaciones acuosas que se renuevan en intervalos regulares, carecen de sales amoniacaes y no influyen tan rápidamente en la vegetación.

Los famosos guanos del Perú, que fueron los primeros abonos comerciales empleados en la agricultura, y que desde este punto de vista tienen para nosotros mucho interés histórico, eran muy notables por su acción en la fertilidad del suelo, a causa de su abundancia en principios nitrogenados solubles, sobre todo cuando también contenían considerable cantidad de ácido fosfórico asimilable. Los guanos de las islas Chinchas solían denotar, por término medio, la siguiente composición:

Nitrógeno	14.3 p. 100
Acido fosfórico soluble.	3.1 —
Acido fosfórico insoluble	8.9 —

El nitrógeno se encontraba especialmente en forma de urato amónico, oxalato amónico o fosfato amónico, lo cual explica la potente actividad de este abono.

Los guanos de Chile no contienen tanto nitrógeno, pues sólo dosan de 5 a un 7 por 100. Los mejores yacimientos están hoy día agotados y hay que recurrir a los guanos de calidad inferior. En la actualidad estos productos tienen en el comercio la siguiente composición:

	Nitrógeno	Acido fosfórico
Lobos de Afuera	4'0 p. 100	22'5 p. 100
Punta de Lobos	6'0 —	18'0 —
Huanillos	7'7 —	14'5 —
Pabellón	9'0 —	14'0 —

El nitrógeno está principalmente en forma amoniacal.

En estos últimos años se ha adoptado la costumbre, sobre todo en Inglaterra, de tratar los guanos por medio del ácido sulfúrico, para fijar el amoniaco que contienen, a fin de evitar que se desprenda fácilmente y solubilizar completamente todo el ácido fosfórico. También se aprovecha esta reacción para regularizar la dosis de nitrógeno por medio de adiciones de sulfato amónico. Los productos obtenidos de esta manera se llaman *guanos disueltos*, y contienen de 5 a 9 por 100 de nitrógeno y de 9 a 10 por 100 de ácido fosfórico soluble.

Los guanos, como todos los abonos, pueden adulterarse. No se deben comprar sin previo análisis y con dosis mínima garantida de nitrógeno y ácido fosfórico. En cuanto al guano disuelto, es imposible reconocer la adición de sulfato amónico o de fosfatos minerales, porque los solubiliza el ácido sulfúrico.

Guanos fosfatados

En los países de lluvias frecuentes, los guanos pierden su parte soluble y principalmente la materia nitrogenada, y entonces son yacimientos de naturaleza fosfatada. He aquí, según Wolker, la composición de los principales guanos fosfatados:

	Nitrógeno	Acido cálcico
Mejillones.	0·9 p. 100	70 p. 100
Islas Falkand	4·3 —	27 —
Patagonia	0·9 —	23 —
Curazao	»	69 —
Backer	0·5 —	66 —
Jarvis	»	52 —
Malden	»	73 —
Islas de Starbuch.	»	95 —

Se tratan con ácido sulfúrico y se añade sulfato amónico para formar *fosfoguanos*, que se venden en el comercio y contienen, por término medio, 2 por 100 de nitrógeno y 14 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua.

Guanos de murciélagos

En la isla de Cuba hay considerable número de grutas con grandes montones de un abono muy fertilizante. Otras iguales hay en Cerdeña, Andalucía, Argelia y Venezuela y algunas partes de Francia. En estas guaridas de murciélagos se acumulan verdaderos guanos con los excrementos, restos de alimentos y cadáveres de estos animales. Todas estas materias, resguardadas de la intemperie, forman una mezcla abundante en nitrógeno y ácido fosfórico, con ácido úrico, urato amónico, nitratos, fosfato, carbonato cálcico y sales alcalinas. La inmensa cantidad de este guano acumulada en alguna de estas grutas, se explica por el considerable número de murciélagos que se refugiaron en ellas durante un sinnúmero de años. A nuestro parecer, este abono especial podría emplearse ventajosamente en ciertas localidades con las mismas precauciones indicadas para los guanos propiamente dichos.

Un guano de murciélagos, procedente de la provincia de Sevilla, en Andalucía, contenía:

Agua	13·20 p. 100
Materias orgánicas y sales solubles (nitrógeno deducido).	27·10 —
Cenizas (ácido fosfórico deducido).	12·11 —
Acido fosfórico	12·11 —
Nitrógeno	7·44 —

He aquí, según diversos autores, la composición de los guanos de murciélago de diferentes yacimientos:

	Nitrógeno	Acido fosfórico
Arkansas (depósitos viejos)	2'9 p. 100	6'7 p. 100
Arkansas (depósitos nuevos)	8'8 —	3'8 —
Venezuela	7'0 —	9'4 —
Jamaica	1'3 —	»
Bahama	2'0 —	16'0 —
Cerdaña	6'4 —	4'0 —
Francia	8'0 —	3'4 —
Argelia	3'7 —	4'8 —

Este abono es muy activo, según comprobamos en la provincia de Málaga, pero su composición es extremadamente variable, y no debe comprarse sin previo y garantido análisis.

Palomina y gallinaza

Los excrementos de los palomos, mezclados con los despojos de las plumas y del grano que cubre el suelo de los palomares, recibe el nombre de *palomina*. Es un abono eficaz, que sólo se encuentra en los países donde hay vastas granjas. Se valúa en un centenar de francos la palomina producida en un palomar de 700 a 800 palomos. Por término medio, un palomo produce en un año de 8 a 10 litros de este abono.

Los excrementos que se recogen en los gallineros no son tan fertilizantes como los de los palomares, y sobre todo resultan más acuosos. La tabla siguiente indica la composición de los excrementos de las principales aves de corral.

	Nitrógeno	Acido fosfórico	Producto anual
Palomos	3'0 p. 100	1'1 p. 100	4'0 p. 100
Gallinas	1'0 —	1'3 —	6'0 —
Patos	0'7 —	1'5 —	8'5 —
Ocas	0'5 —	8'4 —	11'5 —

El estiércol de las aves de corral o de los palomos se mezcla raras veces con el estiércol propiamente dicho. Produce bastante buen efecto en los cereales de las tierras hú-

medas. En el país de Caux, se esparcen para la cebada de 18 a 20 hectolitros por hectárea. En Holanda, se aplica a razón de 2,000 kilogramos por hectárea, después de aplastar los cuajarones con el trillo manual. Se esparce en días serenos y algo húmedos, pero no lluviosos, porque el agua favorece mucho su acción.

Abono de pescados

Con los despojos de los pescados de las pescaderías y con los pescados no comestibles, se confecciona un abono de excelente calidad. Desgraciadamente, no se utilizan todos estos despojos.

En Terranova, Bretaña, y en las islas noruegas de Loffoden, hay varias fábricas. El procedimiento empleado consiste casi siempre en someter los despojos de pescado a vapor de alta presión para que suelten el aceite y puedan pulverizarse fácilmente. En Francia hay fábricas que tratan estos residuos con ácido sulfúrico, y después saturan con fosfatos minerales el exceso de ácido. La materia así obtenida se prensa para despojarla del aceite, y después se seca.

He aquí, a título de informe, la composición de algunos abonos de pescado:

	Nitrógeno	Acido fosfórico
Bretaña	12'0 p. 100	7'4 p. 100
Islas Loffoden	9'0 —	14'0 —
Andalucía.	3'9 —	14'3 —

El abono de pescado es activo y conviene especialmente a las tierras ligeras y calcáreas.

Abonos verdes

Los *abonos verdes* son materias vegetales o plantas verdes que el agricultor entierra para aumentar la potencia productiva.

Los dividiremos en dos distintas clases:

1.º *Abonos verdes cultivados y enterrados en el mismo sitio;*

2.º *Abonos verdes traídos de otro sitio.*

Se concibe fácilmente que entre estas dos categorías de abono debe haber notable diferencia, y su actividad y poder fertilizante no será idéntica en un mismo peso de materia orgánica seca incorporada al suelo.

Precisemos las circunstancias esenciales que los caracterizan. Los vegetales cultivados en el mismo sitio para enterrarlos verdes, tienen determinada composición; y, por lo tanto, veamos el origen de los principios minerales que los constituyen, para señalar las modificaciones de la fertilidad del suelo a consecuencia de su incorporación.

Ya sabemos que los vegetales se nutren del aire y de la tierra. Lo que del suelo hayan tomado estas plantas, no puede considerarse como abono, porque nada pueden añadir a lo que primitivamente posee la tierra. En todo caso, estas materias minerales pueden cambiar de sitio por la acción de ciertas plantas que extraen el alimento de capas especiales del terreno, así como dichas materias por la misma acción pueden cambiar de estado químico y ser más asimilables. Este cambio de sitio y estado pueden considerarse como mejoras, según nuestras precedentes definiciones. En los abonos verdes, enterrados en el mismo sitio donde vivieron, esto es una parte importantísima de su acción total, lo que no sucede cuando las materias verdes se traen de otra parte, pues todas las materias minerales que contengan, procedentes de las tierras donde medraron, se añaden a la tierra en que se aplican como abono. Desde este punto de vista son verdaderos abonos.

En cuanto a los principios que durante su vida extraen de la atmósfera las dos diferentes categorías de abonos verdes, aumentan sin duda alguna las reservas productivas de la tierra. Sin embargo, hay que distinguir entre ellos, porque su acción en el suelo es variable. En efecto, las partes aéreas de la planta extraen principalmente de la atmósfera carbono y algo de amoníaco. Sólo las leguminosas, por medio de las bacterias que viven en las nudosidades de sus raíces, absorben en estado gaseoso el nitrógeno que necesitan.

Los compuestos ternarios del carbono incorporados al

suelo forman ácido húmico o mantillo, que no es un abono, sino, según sabemos, sólo un modificador de las propiedades físicas y químicas del suelo. Como tal, su importancia es mucha, pero a pesar de todo, por sí solo no añade nada a los elementos nutritivos del suelo. Su acción consiste en transformar las substancias minerales preexistentes en el terreno y en favorecer su asimilación, y aunque es muy importante esta acción, no le cuadra la definición que hemos dado de abono.

En cuanto al amoníaco y al nitrógeno gaseoso extraído del aire y que sirvió para formar los compuestos cuaternarios, reaparecen en el suelo a consecuencia de la putrefacción de estos últimos y pueden ser absorbidos directamente, ya sea en estado de amoníaco o bien después de transformados en nitro. Por lo tanto, este nitrógeno tiene carácter de verdadero abono.

Estas consideraciones demuestran la conveniencia de ir por partes en el estudio de los abonos verdes.

1.º *Abonos verdes cultivados y enterrados en el mismo sitio.* — Los romanos empleaban ya los abonos verdes, y esta costumbre se ha perpetuado hasta hoy en los países meridionales.

Su empleo está justificado en las haciendas agrícolas, cuando no hay facilidad de aportar los necesarios abonos.

También son convenientes para fertilizar las tierras distantes y de difícil acceso.

Su eficacia no es dudosa. Las experiencias de Voght, en Flotbeck, han demostrado que los terrenos estériles pueden fecundarse satisfactoriamente con el sólo empleo de abonos verdes enterrados en el mismo sitio donde medraron. En un principio, las plantas cultivadas a este objeto no tienen más de 6 a 8 centímetros de altura, y aumentan sucesivamente de tamaño. De esta manera, Voght invirtió en productivo un suelo inculto y absolutamente árido. Thaer, Crud, de Felleberg y Bella recomiendan los abonos verdes, fundándose en sus personales experimentos.

Si los abonos verdes dan bastante buen resultado en los suelos áridos y agotados, con más razón son ventajosos en los suelos fértiles. Según Crud, una cosecha enterrada en

verde acrecienta la fertilidad del suelo, en ciertos casos, en el mismo grado que si se le incorporaran 10,000 kilogramos de estiércol por hectárea.

Las plantas más a propósito para abono verde son las que extraen de la atmósfera la mayor parte de su alimento y agotan poco el suelo. Deben preferirse las que, por su lózano y abundante follaje, proporcionan la mayor cantidad de materia orgánica y aquellas que vegetan más rápidamente; en suma, cuantas no exigen para prosperar terrenos fértiles. El número de plantas que reúnen estas condiciones no es muy crecido, y la naturaleza del suelo influye también en la elección. Siempre que sea posible, deben preferirse las leguminosas.

En las tierras fuertes pueden cultivarse para abono verde: la algarroba, las habichuelas, los guisantes y el trébol, de la familia de las leguminosas, y también se siembran para enterrar la colza, la mostaza negra y el nabo silvestre.

En las tierras calcáreas ligeras, debe recurrirse al trébol blanco, al trébol encarnado, al alforjón o trigo sarraceno; los rábanos, al centeno y a los nabos, y en las tierras no calcáreas, al altramuz.

Cuando se siembra una planta de abono verde, debe tenerse presente que el objeto no es obtener producción granífera, sino que lo importante, sobre todo, es obtener la mayor suma posible de materia vegetal. Se debe, pues, sembrar más espeso de lo que ordinariamente se acostumbra.

Es necesario también que el suelo sea bastante fértil para producir abundante cantidad de planta-abono. De lo contrario, sería conveniente, por lo que atañe a las leguminosas, esparcir antes de la siembra superfosfatos y sales potásicas, según sean los terrenos. En cuanto a las otras plantas, se incorporará una corta cantidad de abono nitrogenado.

El enterramiento debe hacerse cuando las plantas empiezan a florecer; pues entonces ya han extraído del aire y del suelo cuantas materias nutritivas son capaces de absorber. Las plantas se entierran con el arado, después de pasar por la superficie del campo en el sentido de la labor un rodillo plano, para aplastar los tallos. El rodillo debe ser tanto más

pesado cuanto más abundante y rígida sea la cosecha que se ha de enterrar. El arado revierte la capa de tierra sobre los tallos extendidos y los entierra perfectamente.

No se ha de sembrar hasta que las plantas enterradas empiecen a descomponerse, pues la tierra removida ha de reasentarse. El trigo de otoño, que exige terreno firme y no esponjoso, no medra bien cuando se siembra en suelo recientemente abonado de verde.

Los abonos verdes convienen mejor a los climas cálidos y a las tierras secas. Del Mediodía hasta el Norte, disminuyen las ventajas. En Inglaterra e Irlanda, les sale más a cuenta que las plantas verdes sirvan de pasto al ganado para producir estiércol, que enterrarlas.

Las praderas artificiales o naturales que se descuajan, proporcionan abono verde poco costoso, porque resultan de un cultivo cuyos gastos se pagaron. Nadie niega hoy el efecto moderador de estos cultivos, y conviene señalar su importancia. El enriquecimiento superficial del suelo por los residuos de las praderas artificiales puede apreciarse como sigue:

	Alfalfa (3 años)	Trébol (1 año)	Pipirigallo (3 años)
Nitrógeno	153 kilogr.	123 kilogr.	127 kilogr.
Acido fosfórico	33 —	18 —	28 —
Potasa	52 —	23 —	42 —
Cal.	151 —	66 —	» (1)

Por consiguiente, el suelo se encuentra muy enriquecido de nitrógeno, que procede principalmente de la atmósfera, y como estas plantas tienen raíces profundas, extraen del subsuelo considerables cantidades de ácido fosfórico, potasa y cal asimilables. De aquí la estima en que los agricultores prácticos tienen el descuaje de las praderas artificiales. En un suelo arcilloso muy poco productivo, sobre todo en avena, encontramos por cada kilogramo de tierra normal:

Nitrógeno	1'41 gramos
Acido fosfórico	0'47 —
Potasa soluble en el ácido nítrico concentrado.	0'67 —
Cal	8'60 —

(1) Véase GAROLA, *Prados y Plantas forrajeras*, 2.^a edición, Paris, 1908.

Con la cooperación del propietario Méritte, cultivamos avena de marzo en un descuaje de trébol que sucedía a otro de trigo, con 400 kilogramos de fosfoguanó por hectárea. En estas condiciones, se cosecharon:

Paja	792 kilogramos
Grano	1,056 —

En una parcela vecina, cultivada sin abono, la cosecha fué:

Paja	360 kilogramos
Grano	504 —

o sea la mitad.

Por otra parte, en el mismo suelo con estercoladura de 300 kilogramos de superfosfato, 120 kilogramos de sulfato amónico y 150 kilogramos de nitrato sódico, que contenía 45 kilogramos de ácido fosfórico y 47 kilogramos de nitrógeno, recolectamos:

Grano	1,230 kilogramos
Paja	1,218 —

Con la fertilización del suelo por el nitrógeno, mediante el trébol y por los residuos de ácido fosfórico del trigo y trébol, se duplicó la cosecha de avena tan cumplida y más económicamente que con abonos del comercio.

En cuanto a las plantas cultivadas para abono verde, deben tenerse en cuenta los gastos de preparación del suelo, renta del terreno, semillas, enterramiento y riesgos, pues sucede a veces que los gastos exceden del valor real de la mejora producida por el abono verde.

Las hojas de remolacha, nabos y patatas, y los tallos y hojas de cotufa pueden considerarse como abonos verdes, aunque algunas veces sirvan para alimento del ganado: pero son alimentos que sólo deben emplearse en caso de necesidad. En igualdad de peso de materia seca, estas hojas valen tanto como el estiércol de granja.

Para terminar el asunto de los abonos verdes enterrados

en el mismo sitio de cultivo, he aquí la composición de las principales plantas a que puede recurrirse:

Designación de las plantas	Por 100 plantas verdes:			
	Agua	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa
Césped de prado	»	0'53	0'18	»
Algarrobas	82	0'59	0'12	0'61
Habichuelas en florecencia.	87	0'44	0'06	0'42
Guisantes	81	0'55	0'11	0'50
Colza	86	0'45	0'13	0'38
Mostaza blanca	86	0'52	»	»
Trébol	79	0'58	0'12	0'43
— blanco	80	0'64	0'15	0'25
— encarnado	82	0'44	0'12	0'25
Centeno	76	0'52	0'13	0'15
Altramuz	80	0'50	0'11	0'15
Alforjón	85	0'39	0'08	0'38
Espérgula	66	0'39	0'20	0'17
Hojas de remolacha	90	0'50	0'09	0'05
— de patatas	82	0'55	0'02	0'04
Tallos y hojas de cotufa	80	0'53	0'07	0'31
— — de nabo	85	0'30	0'09	0'28

Cultivos intermedios otoñales de abonos verdes.—

El estudio de los desagües ha demostrado que las lluvias de otoño arrastran al subsuelo las considerables cantidades de nitrato formadas en el suelo durante el verano, y, por consiguiente, no sirven para nutrir las plantas de primavera. Para evitar tan importante pérdida conviene sembrar, tan pronto se ha cosechado en julio o en agosto, algarrobas de invierno, trébol encarnado, etc. Estas plantas recogerán los nitratos formados convirtiéndolos en materias orgánicas nitrogenadas, cuya conservación en el suelo está asegurada por su misma naturaleza. Estos cultivos intermedios se enterrarán, ya sea al principio del invierno, antes de las fuertes heladas si son de mostaza, o bien en la primavera cuando se trate de algarrobas y trébol encarnado, a no ser que se prefiera destinarlas al consumo del ganado con objeto de transformarlas en estiércol. Dehérain, que recomienda mucho estos cultivos intermedios de otoño, ha practicado numerosos experimentos que demuestran claramente su eficacia.

Es, además, una antigua práctica agrícola de Limaña de Auvernia.

2.º *Abonos verdes aportados del exterior.* — Estos son, en nuestra opinión, los verdaderos abonos verdes. No cabe duda alguna acerca de su acción. Todas las materias minerales y nitrogenadas que contienen constituyen otras



Fig. 28.—Recolección de algas en las rocas de Bretaña.

tantas mejoras para los suelos a que se incorporan. Por una parte, mejoran el suelo por la materia negra que le proporcionan después de descompuestas, y, por otra parte, obran como verdaderos abonos.

Los gastos que ocasionan consisten en el valor de estas materias vegetales en el sitio de su producción, más los de transporte y el enterramiento. La comparación de los gastos con el valor del abono permite apreciar si es o no útil recurrir al empleo de los abonos verdes.

Fucos.— Los fucos, que se emplean en abundancia en las

costas marítimas para estercolar las tierras, son mezclas de diversas algas y de variados fucos que se recogen cuando las olas los sueltan (fucos de despojos de todas clases), obtenidos de recogidas regulares, que se realizan raspando las

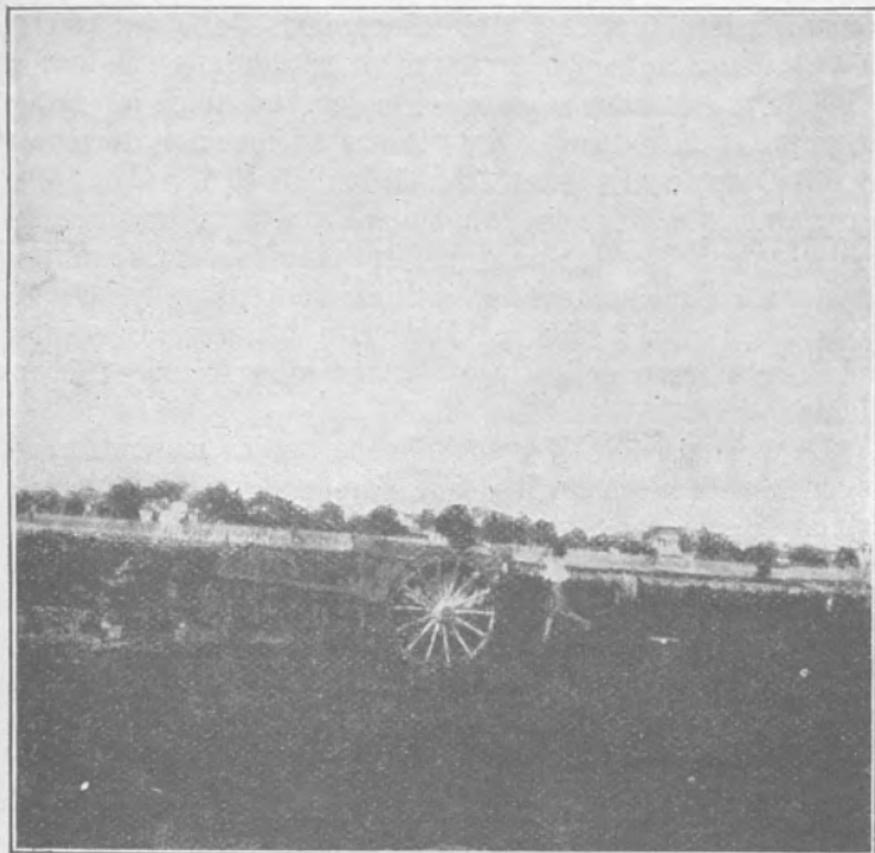


Fig. 29.—Acarreo de las algas en Bretaña.

rocas o peñascos bañados por el mar y que se hallan cubiertas de ellas (fig. 28 y 29), o bien de los peñascos a flor de agua (fucos de la costa). Los reglamentos fijan ordinariamente la época y la manera de recolectar estos vegetales marítimos, según los diferentes países.

Estas plantas marinas se emplean exclusivamente para abono en las costas bretona y normanda; en las tierras que no distan más de 2 kilómetros del mar y aun en las alejadas

unos 12 kilómetros los emplean como dos terceras partes en la estercoladura total.

Se entierran estos vegetales en estado fresco, después de escurridos, para desembarazarlos del agua marina. En otros casos, se dejan expuestos al aire y a la lluvia durante algún tiempo, para lavarlos y desembarazarlos de la sal marina que contienen, o bien se amontonan para que fermenten. El segundo procedimiento parece el mejor, pues tiene la ventaja de evitar la introducción del cloruro sódico en el terreno y las pérdidas de nitrógeno que pueden producirse durante la fermentación mientras se hallan amontonadas. Algunas veces se desecan al aire libre para facilitar el transporte. En último caso, pueden incinerarse para utilizar las cenizas y transportarlos a mayores distancias. Pero esta incineración elimina todo el nitrógeno de los fucos, y, por lo tanto, no es conveniente.

La composición de estos abonos verdes marinos varía según la naturaleza de las especies que los constituyen. En estado fresco, contienen del 70 al 80 por 100 de agua, y suelen encontrarse en las principales especies las siguientes cantidades de elementos fertilizantes:

	Nitrógeno por 100	Acido fosfórico por 100	Potasa por 100	Cal por 100
Fuco	0'35	0'15	0'75	0'75
Laminaria	0'30	0'25	1'50	0'75
Elódea canensis.	0'35	0'20	0'40	1'70
Mezcla de especies	0'45	0'46	1'29	1'86

Hemos analizado dos muestras de plantas marinas de despojos, recogidas en las costas de Andalucía. Estos fucos secados al aire libre contenían:

	Fucos negros		Fucos verdes	
	8 a	9'00 p. 100	13 a	14'00 p. 100
Agua				
Cascajo y almejas, caracoles, etc.	25'00	—	26'00	—
Nitrógeno.	0'87	—	0'84	—
Acido fosfórico	0'86	—	0'32	—
Potasa.	1'83	—	0'85	—
Cal	3'13	—	1'24	—

En opinión de diferentes agrónomos, los fucos secados al aire libre contienen:

	Nitrógeno por 100	Acido fosfórico por 100	Potasa por 100	Cal por 100
Fucos de despojos.	1'33	0'36	»	3'01
— cortados	1'10	0'21	»	1'25
— (mar del Norte).	1'40	0'40	1'60	1'70
— en rama	1'75	0'44	2'15	1'93

La ceniza de fucos contiene, según las especies, las siguientes cantidades de materias fertilizantes:

	Potasa por 100	Cal por 100	Magnesia por 100	Acido fosfórico por 100
Fucus digitatus	26'66	10'94	6'86	2'36
— vesiculosus	13'01	8'36	6'12	1'16
— nodosus	9'13	11'60	9'90	1'38
— serratu	3'98	14'41	10'29	3'89

De las dosis anteriores, se infiere claramente que los fucos frescos sólo pueden emplearse en las tierras costeñas poco distantes del litoral, porque constituyen un abono voluminoso que requiere crecidos gastos de transporte. Pesa aproximadamente de 400 a 450 kilogramos el metro cúbico en estado fresco, y secados al aire libre, sólo pesan de 250 a 300 kilogramos el metro cúbico, con riqueza casi tres veces mayor, por lo que pueden transportarse a mayor distancia.

Los fucos son un abono de acción rápida con la ventaja de no introducir semillas de maleza en las tierras. Se emplean en dosis muy variables, de 40 a 80 metros cúbicos por hectárea. Convienen mucho en el cultivo del trigo, de forrajes, de lino, legumbres, patatas, nabos, etc.

Plantas diversas. — En los países de páramos o de bosques, los agricultores disponen de grandes cantidades de vegetales espontáneos, que pueden utilizar ventajosamente como abono verde. Son las aliagas, escordios, brezos, helechos, las hojas y, en algunas comarcas, los bojés, así como en los países pantanosos pueden utilizarse los juncos y las cañas.

La *aliaga* puede considerarse como un abono verde bas-

tante rico. A.-Ch. Girard le señala la siguiente composición media:

Agua	48'90	por 100
Materias orgánicas	49'38	—
Cenizas	1'72	—
Nitrógeno	0'84	—
Acido fosfórico	0'11	—
Potasa	0'45	—
Cal.	0'17	—
Magnesia	0'09	—

La aliaga no es inferior a otros abonos verdes cultivados, considerada desde el punto de vista de la cantidad de ácido fosfórico y de potasa, y los supera en nitrógeno. Si se compara con los fucos, abunda más en nitrógeno, si bien contiene menos cantidades de materias minerales. Apreciando la aliaga por sus principios fertilizantes, puede estimarse su valor como abono en unos 14 francos tonelada. Conviene advertir que esta planta es bastante leñosa y se descompone con mayor lentitud que todos los demás abonos verdes en que nos hemos ocupado hasta ahora. Obrará, pues, la aliaga, menos rápidamente; pero su acción será progresiva y prolongada. Además, para mayor eficacia, deberá aplicarse a suelos bastante provistos de caliza, que asegure la neutralización del mantillo que produzca, o bien será preciso, en los suelos ácidos, acompañar su empleo de una fuerte encaladura o un enérgico enmargado.

La *retama* puede también utilizarse como abono verde, y lo mismo cabe decir de los *brezos* y *helechos*, cuya composición ya dimos al estudiar las yácigas. Un buen procedimiento de utilizar estas materias para abono, consiste en extenderlas junto a los apriscos de las granjas, y una vez bien triturados, formar con ellas montones que se dejan fermentar durante unos seis meses.

Las hojas procedentes de los bosques constituyen también abonos verdes muy eficaces en los suelos calcáreos. Ya dimos la composición de algunas. Recordaremos, no obstante, las cantidades promedias de principios fertilizantes que contienen:

Nitrógeno	0'78 por 100
Acido fosfórico	0'26 —
Potasa	0'15 —

Comparando estos datos con los del estiércol normal, se observa que, en igualdad de peso, las hojas son una estercoladura mucho más nitrogenada, pero no tan abundante en potasa, por lo que su empleo está indicado para las tierras abundantes en esta última materia, y en las de bastante calcáreas y no muy arcillosas.

Las ramas de boj, arbusto que abunda en algunos países, contienen en estado normal hasta un 1'17 por 100 de su peso en nitrógeno. No tenemos ningún dato acerca de las cantidades de ácido fosfórico y de potasa que contienen, pero es indudable que, aparte de las cantidades de estos principios fertilizantes, su valor nunca es inferior a 12 francos tonelada.

Las cañas frescas tampoco deben despreciarse, pues contienen 0'35 por 100 de nitrógeno, con 0'60 de potasa y 0'18 de ácido fosfórico. Esta última cantidad es despreciable; pero las cañas son un abono muy conveniente a las tierras calcáreas pobres en potasa, y muy provistas de ácido fosfórico, como las cretas. En las mismas condiciones se pueden también utilizar los juncos y otras plantas acuáticas.

Tortas de semillas oleaginosas

De todos los abonos vegetales, los más poderosos son las tortas, que también suelen llamarse tortones, confeccionadas con semillas oleaginosas. Tanto en el Norte como en el Mediodía se emplean abundantemente y son objeto de un comercio importante. Obran admirablemente, ya en estado pulverulento, algunos días antes de la siembra, o bien, si no cabe de otra manera, extendiéndolas sobre las tierras, o en fin, mezclándolas, como se hace en Flandes, de la manera que dejamos dicho, con las materias fecales, los orines o el purín, para obtener un abono líquido que se derrama sobre las tierras por medio del achicador, o, aun mejor, con la ayuda de un tonel distribuidor.

Esta última manera de emplear las tortas es ciertamente la mejor, porque adicionándoles agua se descomponen rápidamente y producen el efecto deseado. Por consiguiente, en estado pulverulento conviene distribuir las en tiempo lluvioso. Una lluvia abundante, después de esparcidas, es promesa segura de su acción fecundante. En cambio, si hay sequedad, producen muy poco efecto.

Deben emplearse especialmente en las tierras normales, en los suelos ligeros, arenosos y calcáreos. Obran con menos energía en los suelos fríos o arcillosos. En estos últimos, el abono flamenco mezclado con tortas es muy recomendable. Se activa también la descomposición de las tortas en estos suelos mediante un ligero encalado de unos 1,000 kilogramos por hectárea aproximadamente.

Las tortas pueden aplicarse a todos los cultivos que requieren estercoladuras nitrogenadas. En el norte de Francia se reservan especialmente para los cereales, el lino, la colza y otras plantas oleaginosas. En Inglaterra, Lawes y Gilbert observaron que son el mejor abono para remediar la falta de estiércol en el cultivo de una clase especial de nabo, el colinabo grande o rutabaga y otras raíces forrajeras. También puede recurrirse a ellas en primavera, para reforzar las siembras de cereales de invierno, cuyo vigor es conveniente reanimar cuando haya sufrido pérdidas durante el invierno. En el Mediodía se recurre a estos fertilizantes en la estercoladura de la viñas, de los cereales y del maíz.

Mathieu de Dombasle les atribuía mucho valor. Dice sobre el particular: «He observado que las tortas de colza, repartidas a razón de 2,500 libras por hectárea, producen, generalmente, si la estación no es muy seca, un efecto comparable al de 30 o 40 mil kilogramos de estiércol de granja por hectárea sólo en el primer año, pues la eficacia de las tortas no dura más tiempo.»

Malpeaux, en la Escuela de Agricultura de Berthonval (Paso de Calais), en experimentos muy bien dirigidos, observó que, con igual cantidad de nitrógeno, las tortas suelen ejercer tanta acción fertilizante como el nitrato sódico en los distintos cultivos de la expresada comarca. Nosotros mismos

hemos comprobado, en la granja paterna, los felices resultados obtenidos con el empleo de las tortas de colza en el cultivo de lino y de cereales.

La cantidad de tortas que se emplean por hectárea oscila entre 1,000 y 2,000 kilogramos. La cantidad que se emplea generalmente es de 1,200 kilogramos. Conviene alternar su empleo con el del estiércol, y aun mejor, dando una mediana estercoladura de estiércol que se completa con 600 o 800 kilogramos de tortas.

Es preciso advertir que las tortas no deben ponerse en contacto con las semillas, porque pueden contrariar su germinación.

Todas las tortas son abonos orgánicos activos, y su eficacia sólo dura dos años. Sin embargo, unas se descomponen más rápidamente que otras, y los prácticos las llaman *abonos calientes*, cuya acción se agota al primer año. Las tortas de camelina, amapola, clavel, cañamón e higuera infernal se hallan en este caso, y lo mismo puede decirse de las tortas de nigela. Las de colza, lino, cacahuete y rábano, por el contrario, son más frías y duraderas.

Los abonos que nos ocupan obran especialmente por el nitrógeno que contienen en bastante cantidad, por el ácido fosfórico, y muy poco por la potasa. Las tablas siguientes indican su composición general. Hemos clasificado las tortas en dos grupos: *a)*, las que sólo pueden emplearse como abono, porque no son comestibles, o son peligrosas; *b)*, las alimenticias, y no deben emplearse para la estercoladura de las tierras, sino cuando están averiadas y no sirven para alimentar el ganado:

a) *Tortas no comestibles*

	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa
Sésamo negro y rojo.	6'0 p. 100	1'9 p. 100	1'4 p. 100
Cacahuetes en bruto	5'2 —	0'6 —	»
Algodón borroso	3'2 —	1'6 —	»
Camelina	5'4 —	1'8 —	»
Colza exótica	5'4 —	1'9 —	1'2 —
Calabaza silvestre en bruto.	6'5 —	2'3 —	»
Bayuco bruto	2'7 —	1'1 —	0'7 —

	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa
Bayuco descortezado	5'9 p. 100	2'2 p. 100	1'4 p. 100
Madian	5'0 —	2'1 —	»
Maforario en bruto	2'6 —	0'9 —	»
Mostaza blanca	5'8 —	2'0 —	»
— negra	5'1 —	1'7 —	1'2 —
— de los campos	4'5 —	1'8 —	»
Ravisón	1'6 —	1'4 —	»
Nigela	4'0 —	1'7 —	»
Palmito	2'4 —	1'2 —	0'6 —
Croton (piñoncito de India).	3'1 —	1'5 —	»
Jatrofa (piñón de India)	3'6 —	1'5 —	»
Higuera infernal en bruto	3'8 —	1'5 —	1'1 —
— — descortezada	6'2 —	2'2 —	»
Tulucuna	2'7 —	0'8 —	»
Girasol	5'4 —	2'1 —	1'2 —
Tornasol	3'2 —	»	»
Berafa	4'5 —	1'4 —	»
Olivos	0'96 —	0'25 —	0'79 —

b) *Tortas comestibles*

Sésamo blanco	6'5 p. 100	2'6 p. 100	1'0 p. 100
Copra	3'2 —	1'2 —	2'3 —
Colza indígena	4'9 —	2'8 —	1'3 —
Lino indígena	5'0 —	1'8 —	1'3 —
Caçahuetes descortezados	7'4 —	1'5 —	1'3 —
Nabo	4'5 —	1'7 —	1'4 —
Cáñamo	5'9 —	3'3 —	1'1 —
Nuez descortezada	6'6 —	1'7 —	1'4 —
Adormidera de los jardines	6'1 —	3'5 —	1'0 —
Algodón de Alejandria	4'5 —	1'8 —	1'0 —
— descortezado	7'6 —	3'3 —	1'0 —

El valor de las tortas como abono es exclusivamente proporcional a su contenido en nitrógeno, ácido fosfórico y potasa. No exageraremos evaluando el nitrógeno en 1'70 francos el kilogramo, el ácido fosfórico en 0'40 francos y la potasa en 0'40 francos. Si tomamos por tipo la torta de higuera infernal, según las bases establecidas podemos darle el siguiente valor:

	Francos
6'2 kilogramos de nitrógeno a 1'70 francos	10'54
2'2 kilogramos de ácido fosfórico a 0'40 francos	0'88
1'0 kilogramos de potasa a 0'40 francos	0'40
Total	11'82

Respecto a la torta de colza exótica, tendríamos:

	Francos
Por 5'4 kilogramos de nitrógeno.	9'18
Por 1'9 kilogramos de ácido fosfórico.	0'76
Por 1'2 kilogramos de potasa	0'48
Total.	10'42

Estos precios deben tenerlos en cuenta los compradores para estimar si en las mismas condiciones pueden obtener cantidades equivalentes de elementos fertilizantes en forma de abonos químicos. De lo cual se deduce que para calcular el precio a que deben pagarse para que resulten ventajosos al comprador, es conveniente rebajar el precio de transporte por vagón completo. De Marsella, principal centro de producción, hasta Chartres, el precio de transporte del quintal por vagón completo es de 2'25 francos; por consiguiente, sólo debemos pagar las tortas precedentes a 9'57 y 8'17 francos a lo sumo, comprendido el transporte, porque, a más de este precio, convendría recurrir a otros productos.

Residuos de varias clases

Pieles de manzanas. — Las pieles de manzana, residuo de la fabricación de la sidra, pueden muy bien utilizarse en la estercoladura de las tierras, cuando no se aprovechen para alimento del ganado. Su composición es muy variable; suelen contener por 1,000 kilogramos:

	Según		
	Houzeau (Promedio)	Lechartier (Promedio)	Aubin
Agua	800'00	750'00	»
Nitrógeno	1'40	2'20	2'8
Acido fosfórico	0'55	0'77	0'9
Potasa.	1'55	2'56	2'6
Cal	>	0'60	>
Magnesia.	>	0'65	>

Aunque constituyen abonos pobres y su acidez no permite emplearlas directamente, no deben despreciarse como de cos-

tumbre. Conviene mezclarlas con cal, para neutralizar la acidez y aun mejorarlas con escorias de desfosforación, que proporcionan no sólo la cal necesaria, sino también ácido fosfórico, si la tierra no abunda en este elemento fertilizante. Para formar montones con ellas, se establecen capas sucesivas de unos 15 centímetros de espesor aproximadamente, y se interponen camas de escorias o de cal de 0'5 a 1 centímetro de espesor. Al cabo de algunos meses se rehacen los montones, que quedan a punto de aprovechamiento.

Estos abonos convienen especialmente a las plantaciones de manzanos y herbazales (donde favorece el medro de las leguminosas), a las praderas de siega, así como á la colza y al nabo silvestre.

Orujo.— Los orujos ya destilados para extraer el alcohol que retienen después de prensados (1), si no puede consumirlos el ganado, deben emplearse como abono. Abundan en nitrógeno y, sobre todo, en potasa. He aquí el promedio de principios fertilizantes que contienen por tonelada métrica:

	Orujos de uvas frescas	Orujos de pasas
Agua	760'0	760'0
Nitrógeno	11'1	7'0
Acido fosfórico	2'7	1'3
Potasa	6'7	5'5

El valor de estos productos puede estimarse en 13 a 20 francos tonelada. La descomposición de los orujos es bastante lenta, sobre todo las pepitas y rasas. Se amontonan como las pieles manzanas, y su natural destino es restituirlos a la viña. También se emplean para abonar los olivos; aunque cabe utilizarlos como el estiércol en toda clase de cultivos.

Los posos de los vinos y los tártaros agotados pueden también utilizarse como abonos, pues, secados al aire libre, contienen hasta el 2 por 100 de nitrógeno y el 4 por 100 de ácido fosfórico.

Residuos de cervecías.— Las heces de cebada de las cervecías pueden emplearse como abonos orgánicos, cuanya no son útiles para la nutrición del ganado, que es su prin-

(1) Véase PACOTTET, *Vinificación* (Enciclopedia agrícola).

cipal destino. Las espumas viejas de cervezas fermentadas y los residuos o cascás de lúpulo tampoco deben despreciarse. He aquí su composición por quintal:

	Heces de cebada por 100	Granos muertos por 100	Espumas de cerveza fermentada por 100	Cascas de lúpulo por 100
Nitrógeno	0·8	4·5	0·9	0·75
Acido fosfórico	0·5	1·5	1·0	0·40
Potasa		2·0		0·20

Vinazas de las destilaciones.— Las vinazas sin alcohol de las destilerías industriales y agrícolas, son un abono líquido abundante, sobre todo en potasa (1). Se emplean estas vinazas en irrigaciones; pero, cuando son ácidas, hay que tener cuidado de neutralizarlas con carbonato cálcico o potásico, a no ser que se empleen en tierras sin vegetación alguna. Por regla general, se encuentran en estas vinazas:

	Nitrógeno	Acido fosfórico	Potasa
Vinaza de melaza	2·2 kilogr.	0·15 kilogr.	5·0 kilogr.
— de granos	2·5 —	3·50 —	2·6 —
— de remolacha	1·3 —	0·50 —	2·2 —
— de patatas	2·0 —	0·60 —	3·0 —
— de cotufa	1·2 —	—	2·8 —

Residuos de las fábricas de fécula.— Las pulpas de las fábricas de féculas que no pueden darse a consumir a los animales se emplean para la estercoladura de las tierras. Contienen, en promedio, por tonelada:

Nitrógeno	1·3 kilogramos
Potasa	0·3 —
Acido fosfórico	0·5 —

Son abonos pobres, pero que no deben despreciarse cuando se tienen a mano.

Las aguas de las fábricas de fécula son muy fertilizantes y dan muy buenos resultados cuando se emplean en irrigación en las praderas o en las tierras de cultivo. Por metro cúbico contienen, aproximadamente:

(1) Véase BOULANGER, *Destilación* (Enciclopedia agrícola).

Nitrógeno	240 gramos
Acido fosfórico.	90 —
Potasa	550 —

Empleadas en irrigaciones, tienen la doble ventaja de aumentar la producción y sanear la comarca impidiendo que las aguas residuales infecten los arroyos y ríos (1).

Montones o compuestos

En una granja bien cuidada, el cultivador no debe desperdiciar ningún residuo, tanto de origen vegetal como animal. No sólo debe aprovecharlo todo, sino que debe aun procurarse en las cercanías de su granja las mayores cantidades posibles de substancias fertilizantes que resulten baratas, para con ellas preparar masas o montones de compuestos, porque generalmente estos desperdicios no están en condiciones de poderse emplear directamente en la estercoladura del terreno. Es necesario modificar su constitución física y química, y esto se consigue económicamente haciéndolos fermentar de modo regular y lentamente en montones.

Para establecer un montón o compuesto, se dividen los despojos orgánicos tanto como se pueda, se espolvorean de cal y se disponen en pisos alternados con tierra porosa. Los montones deben ser bastante considerables y pueden llegar a 1'5 o 2 metros de altura (fig. 30). En estas condiciones se conserva mejor la humedad y la fermentación es más activa. Conviene regar el montón de cuando en cuando con líquidos putrefactos, como purín, sangre de los mataderos, orinas y materias fecales desleídas. Las disposiciones que deben tomarse respecto al montón son iguales a las citadas para el estiércol. Deben también recogerse los líquidos que se escapan y aprovecharlos para el riego.

El empleo de la cal, de cascotes y de margas, favorece la descomposición de las materias orgánicas y su nitrificación cuando se mantiene el montón lo suficiente húmedo y lo bastante poroso para que entre el aire. El empleo de tierra impide las pérdidas de amoníaco, porque el poder absorbente

(1) Véase SAILLARD, *Tecnología agrícola* (Enciclopedia agrícola).

de la materia terrosa basta para evitar el desprendimiento de dicho gas.

Al cabo de algunos meses se rehace el montón para volverlo a formar al lado. De esta manera se mezclan perfectamente todas sus partes, y se consigue que la masa quede muy homogénea, y, además, se produce una aireación profunda que favorece la descomposición de las materias orgánicas, transformándolas en mantillo y el nitrógeno en nitrato.

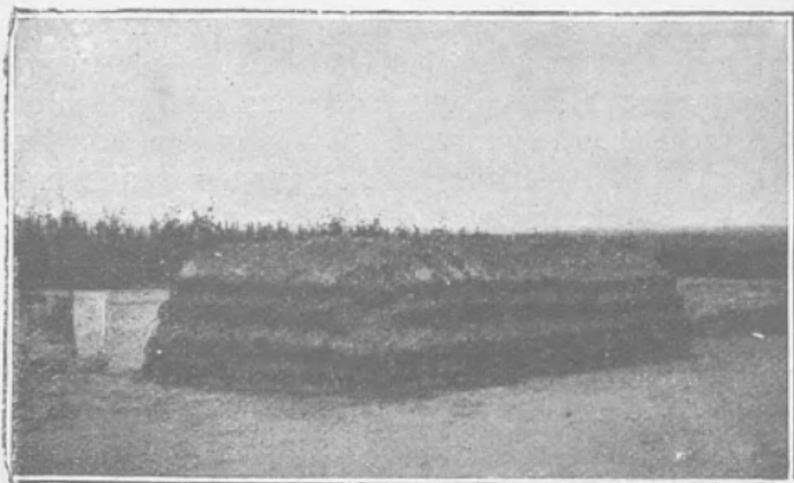


Fig. 30.—Compuestos.

Estos montones son verdaderas nitrerías artificiales. Pero conviene que el cultivador se compenetre bien de que el montón sólo contiene los principios fertilizantes que puso en él, aunque se efectúan transformaciones favorables a la asimilación de las materias útiles sin producir otras nuevas.

En los departamentos del oeste de Francia, hace ya mucho tiempo que se tiene la costumbre de formar montones con cal, tierra y estiércol, que se llaman *túmulos*. He aquí como se constituyen: A fines de otoño se extrae la tierra superficial de los herbazales a lo largo de los vallados y en los parajes umbríos más frecuentados por el ganado, se añaden basuras de fosos, limos, balsas, etc., y se forman montones de 2 metros de ancho, a los que se agrega piedra de cal viva recubierta con 40 o 50 centímetros de tierra. En estas

condiciones, la cal se apaga pronto, y al cabo de algún tiempo se recorta la masa para mezclarla bien. A fines de invierno se mezcla con estiércol traído de antemano, recortando de nuevo la tierra encalada, y formando un nuevo montón, que se deja reposar durante quince días antes de emplearlo. Estos montones son muy apreciados y a propósito para la estercoladura de los herbazales y prados. Las proporciones empleadas en la confección de un túmulo son aproximadamente las siguientes: por 1 metro cúbico de cal se necesitan unos 4 a 5 metros de tierra o césped y 2 metros de estiércol. Gracias a la suficiente cantidad de tierra, no hay que temer pérdida de amoníaco en un túmulo bien hecho y se aprovecha ventajosamente el nitrógeno del estiércol. Las mezclas así elaboradas dan resultados más favorables que el empleo directo de los estiércoles en las tierras graníticas pobres en caliza que nitrifican imperfectamente y algunas veces no nitrifican.

IV.—ABONOS NITROGENADOS COMERCIALES

Sangre

La sangre de los animales, de la cual no se saca ningún partido en el campo, es un líquido abundante en materias nitrogenadas. Al propio tiempo contiene algo de ácido fosfórico y potasa. La dificultad de transportarla en estado fresco, la facilidad con que se corrompe y el mal olor que entonces desprende son causas principales de que no se aproveche.

Pero hoy día que el comercio expende sangre desecada de fácil manejo, y a precio módico, no hay razón alguna para desdeñar este importante agente de fertilidad.

Sangre fresca.—La sangre líquida de los mataderos contiene, en opinión de Boussingault y Payen, un 2'95 por 100 de nitrógeno; Wolf indica el 3 por 100; la sangre de los caballos de muladar contiene el 2'71 por 100, un 0'4 por 1,000 a lo sumo de ácido fosfórico y un 0'6 de potasa. Las dosis de estos últimos son despreciables, y en el

nitrógeno consiste exclusivamente el valor de la sangre fresca como abono.

Los agricultores vecinos a los mataderos y muladares pueden proporcionarse fácilmente sangre fresca. Se emplea



Fig. 31.—Labriegos de Galicia acarreado a la viña, para abono, las conchas recogidas a orillas del mar.

con buen resultado en los herbazales, esparcida a la dosis de 140 hectolitros por hectárea.

También puede utilizarse la sangre fresca en la preparación de montones o compuestos, o absorberla por medio de turba, serrín de madera o tierra desecada. En este último caso, debe procederse de la siguiente manera: se deseca en el horno tierra triturada sin piedras; después se extiende delante del horno y se riega con sangre líquida; se remueve

hasta que el agua quede absorbida o se haya evaporado. Después se coloca esta mezcla en toneles, hasta el momento de emplearla. Para desecar 1 hectolitro de sangre, se necesitan aproximadamente de 4 a 5 hectolitros de tierra. Al objeto de determinar las proporciones de esta mezcla, es conveniente dosificar el nitrógeno que contiene.

Sangre desecada.—La desecación de la sangre se efectúa cerca de los mataderos de las ciudades populosas, para convertirla en abono pulverulento, fácil de transportar y de esparcir.

Después de la matanza de las reses, se agita fuertemente la sangre para separar la fibrina y evitar la formación del coágulo. La fibrina se recoge y deseca aparte para agregarla, después de pulverizada, al producto de la operación siguiente.

La sangre sin fibrina se coloca en cubas calentadas al vapor, en las que se coagula la albúmina y arrastra los glóbulos.

Después del depósito de la masa coagulada y la decantación del líquido ligeramente sonrosado que sobrenada, se retira la materia pastosa así obtenida, y luego se deseca y pulveriza.

Como esta operación desprende olor nauseabundo, se obliga hoy día a los industriales a emplear como desinfectante el peróxido de hierro. Esta sal se obtiene mezclando sulfato de hierro ordinario con nitrato sódico y ácido sulfúrico (1). La coagulación se obtiene casi rápidamente y la masa dura y elástica obtenida se prensa y se deseca con facilidad.

La sangre desecada se expende en el comercio en forma de granitos negros u oscuros, de fractura brillante y aspecto córneo. También se encuentra en estado de polvillo. En este último caso, es más higroscópica y, por consiguiente, como contiene más cantidad de agua, no contiene tanto nitrógeno. Conviene advertir que es preciso resguardar este producto de la humedad, porque está comprobado que provoca desprendimiento de amoníaco y pierde por lo tanto parte de su valor.

(1) Por 40 a 50 hectolitros de sangre se emplean 150 kilogramos de sulfato de hierro, 75 kilogramos de nitrato, y de 30 a 40 de ácido sulfúrico a 53°.

La composición de la sangre desecada es poco variable. La que se vende en el comercio contiene de 10 a 13 por 100 de nitrógeno, con el 5 a 15 por 1,000 de ácido fosfórico y el 6 a 8 por 1,000 de potasa. No debe contener más de 13 a 14 por 100 de agua.

Como es un abono de mucha estima y valor, es objeto de no pocas adulteraciones. A veces se le añade cuero tostado u otras materias nitrogenadas de color obscuro. Por lo tanto, debe siempre adquirirse previo análisis y con garantía de su fuerza y pureza.

En el momento de escribir estas líneas, el Sindicato agrícola de Chartres expende sangre desecada pura a 20'50 francos los 100 kilogramos por vagón completo, de pureza garantida, con la dosis mínima del 12 por 100 de nitrógeno, cuyo valor resulta a 2'46 francos el kilogramo.

Se exporta gran cantidad de sangre desecada a las colonias para el cultivo de la caña de azúcar, del algodónero y de los cafetales.

En Europa se emplea ventajosamente en todos los cultivos, a los que suministra el nitrógeno necesario en forma muy asimilable. Conviene ventajosamente en tierras calcáreas no muy secas.

Aunque no es necesario demostrar la eficacia de la sangre desecada como abono, damos a continuación los resultados obtenidos en nuestros ensayos en Eura-Loira.

En 1886-1887, en nuestro campo experimental de Lucé, cerca de Chartres, cuyo suelo contenía 1'54 gramos de nitrógeno y 1'45 gramos de ácido fosfórico por kilogramo, cultivamos trigo Dattel, abonado con sangre desecada, y obtuvimos los resultados siguientes por hectárea:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	23'25	36'75	»	»
Sangre (49 kilos nitrógeno) . .	25'50	47'62	2'25	10'87
Sangre y superfosfato	26'50	43'25	3'25	6'50
Sangre, superfosfato y potasa .	29'62	47'63	6'32	10'88

En estas tierras, abundantes en nitrógeno, la sangre aumentó el rendimiento de grano en un 10 por 100 y el de paja en un 29 por 100.

En 1887, en Cloches, en la propiedad de Oscar Benoist, comparamos la acción de la sangre mezclada con abonos minerales con la acción del estiércol en la producción de la remolacha forrajera, y obtuvimos con la sangre 383 quintales de raíces y 350 con el estiércol.

En 1886-1887, en Vigny, en la propiedad de Dramard, cultivamos trigo abonado con sangre desecada en comparación del sulfato amónico. La estercoladura consistió en 45 kilogramos de nitrógeno y 90 de ácido fosfórico. Obtuvimos los resultados siguientes:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	9'06	37'38	»	»
Sangre	16'26	45'50	7'20	8'12
Sulfato amónico.	15'25	47'58	6'19	10'20

Aunque en este ensayo la siembra fué tardía y la cosecha sufrió sequedad, los resultados del abono con sangre fueron muy satisfactorios.

En 1887-1888, en Sours, en la propiedad de Prévosteau, en el cultivo de trigo proporcionamos, entre otros elementos fertilizantes, 90 kilogramos de ácido fosfórico y 30 kilogramos de nitrógeno en forma de sangre o de nitrato. Los rendimientos fueron:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	21'0	25'0	»	»
Sangre	25'0	31'0	4'0	6'0
Nitrato de sosa	28'0	34'0	7'0	9'0

En la misma propiedad, en el cultivo de avena en estas condiciones y con la misma estercoladura nitrogenada, obtuvimos los siguientes rendimientos:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	27'0	27'0		
Sangre	30'0	32'0	3'0	5'0
Nitrato sódico	33'0	36'0	6'0	9'0

En fin, en la cebada, los rendimientos obtenidos fueron:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	28'0	23'0	«	»
Sangre	31'0	25'0	3'0	2'0
Nitrato de sosa	34'4	30'0	6'0	7'0

En 1888, en Vigny, en la propiedad de Maudemain, cultivamos trigo después de remolachas forrajeras, en suelo medianamente provisto de nitrógeno, pero pobre en ácido sulfúrico. La estercoladura se componía de 60 kilogramos de ácido fosfórico, 40 kilogramos de nitrógeno, en forma de sangre y de nitrato amónico. Se cosecharon las cantidades siguiente por hectárea:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	17'3	35'6		
Sangre	25'1	47'5	7'8	11'9
Sulfato amónico	27'5	52'9	10'0	17'3

El mismo año, en Maillebois, en la propiedad de Lafond, abonamos el trigo con una estercoladura de superfosfato y sangre o sulfato amónico, en igualdad de nitrógeno. Los rendimientos fueron:

	Rendimiento en grano Quintales	Excedente en grano Quintales
Sin abono	5'80	
Sulfato amónico	15'95	10'15
Sangre	18'07	12'27

En 1893-1894, en nueve cultivos de trigo, del departamento de Eura-Loira, comparamos la acción de la sangre con la del sulfato amónico. La cantidad de nitrógeno empleada por hectárea fué de 35 kilogramos, en las dos formas. La

estercoladura nitrogenada se mezcló con 60 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el agua y citrato en la misma proporción. En la tabla siguiente resumimos los resultados obtenidos, y los excedentes de cosecha comparados que se lograron con estos procedimientos:

	Excedentes de cosecha			
	Sangre desecada		Sulfato amónico	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Garancières (Auneau)	6'54	3'38	7'59	5'88
Champrond-en-Perchet	9'88	2'13	10'84	19'51
Grouaslen	15'37	31'00	15'00	31'75
Villemesle	11'50	22'80	15'00	43'30
Bretouville	4'78	13'32	5'66	12'72
La Ferté-Villeneuve	5'33	8'33	8'63	13'80
Moronville	9'91	27'01	8'91	27'43
La Coudraye	3'70	18'80	4'40	19'70
Sours	4'38	0'54	8'31	10'26
Término medio	7'93	16'24	9'36	20'48

De cuanto antecede podemos inferir, con toda seguridad, que la sangre desecada es un abono nitrogenado muy eficaz y de acción rápida. Más adelante insistiremos en este punto al estudiar comparativamente los abonos nitrogenados.

Carne desecada

La carne de animales está formada casi exclusivamente de materias nitrogenadas. Contiene en estado fresco:

El 3 por 100 de nitrógeno, el 0'4 por 100 de ácido fosfórico y el 0'4 por 100 de potasa. Como término medio contiene del 70 a 80 por 100 de agua.

Deben emplearse para abonos nitrogenados, las carnes impropias para el consumo, y particularmente las carnes de animales muertos y las de los animales desollados en los muladares. Es imposible emplearlas en estado fresco, porque se descomponen rápidamente, y así se desecan por cocción para esterilizarlas y quitarles el repugnante olor que de otro modo despedirían forzosamente. Pueden transportarse y extenderse en los campos con mucha facilidad.

Para obtener carne desecada pulverulenta, las cadáveres de los animales se desuellan y descuartizan y se cuecen al vapor en autoclaves. La duración de la cochura oscila entre 10 y 12 horas. Una vez terminada la operación, la grasa, reunida en la superficie, se saca después de haberla dejado enfriar para emplearla en otros usos industriales. Después se trasiega el caldo gelatinoso que recubre la masa viscosa formada por la sangre y la carne, y que está depositada en el fondo.

Esta masa se escurre y se deseca al sol o en la estufa, y de esta manera se pulveriza fácilmente por medio del majadero o mano de mate o de la muela o piedra de molino, para emplearla después en los cultivos.

El agua gelatinosa encierra aproximadamente el 0·9 por 100 de nitrógeno y debe aprovecharse para regar las tierras como abono líquido. También puede hacerse absorber con turba, serrín de madera o casca escurrida.

En cuanto a la carne desecada, se encuentra en ella del 9 al 11 por 100 de nitrógeno; las dosis de ácido fosfórico son muy variables, según la cantidad de despojos de hueso que contengan. Sólo se descubren señales de potasa, porque ésta queda disuelta en el caldo. He aquí, según varios autores, la composición de este producto tal como se expende en el comercio:

1.º *Carne de caballo*

	Boussingault		Girardin por 100
	por 100 I	por 100 II	
Agua	8·50	10·00	9·00
Nitrógeno	13·04	13·33	8·24
Acido fosfórico	0·25	1·15	7·80

2.º *Carne desecada, sin designar su origen, en opinión de Aubin*

	I por 100	II por 100
Nitrógeno	10·14	8·33
Acido fosfórico	1·82	2·88
Potasa	0·78	»

La carne desecada constituye un abono nitrogenado de gran valor. Su descomposición es rápida en los suelos calcáreos y los agricultores de los países de cultivo intensivo la estiman mucho y muy justamente. Lo mismo que la sangre, debe comprarse previo análisis, para saber qué cantidad contiene de nitrógeno. Conviene advertir que este abono contiene a veces bastante grasa, hasta un 10 a 11 por 100, lo que puede estorbar su descomposición y, por consiguiente, su eficacia.

De la América del Sur se importan residuos de la fabricación de extractos de carne, que se conocen en el comercio con el nombre de «guano de Fray-Bentos». Este producto, que no consta sólo de carne, sino también de huesos y desperdicios, tiene una composición muy variable, según indican los análisis siguientes:

	Pétermann	Wolf	
	por 100	por 100	por 100
Agua	9'46	4'70	8'00
Nitrógeno :	5'40	3'80	5'80
Cal	20'60	31'60	22'30
Acido fosfórico	16'88	25'10	17'40
Potasa	0'47	0'50	

En Amberes se tratan estas materias por medio del ácido sulfúrico. Pétermann ha encontrado en una muestra de las mismas:

Agua.	10'30
Materia orgánica.	45'64 y de ella 3'55 de nitrógeno
Acido fosfórico soluble	11'48
Acido fosfórico insoluble.	2'33
Potasa	1'78
Cal, etc.	28'46

El precio del nitrógeno de la carne desecada es poco más o menos el mismo que el de la sangre.

Aprovechamiento de los cadáveres de animales en la granja

Cuando a un agricultor se le muere un animal, o cuando puede adquirir por poco precio animales extenuados o incu-

rablemente enfermos, pero no de mal contagioso, debe aprovecharlos para confeccionar con el cadáver un abono completo. Primeramente se desuellan, después se descuartizan, y en un foso algo profundo, abierto al efecto, se depositan los pedazos y despojos, que se recubren de cal viva para acelerar la descomposición. Se tapa el foso con la misma tierra extraída en forma de piña, para evitar que los animales carniceros desentierren las carnes. Dos meses después se abre el foso y se separan los huesos de los demás despojos, que ya no echan olor alguno, y se mezclan los despojos con la cal apagada que los rodea. Después se les añade una cantidad de buena tierra vegetal. Hecha bien la mezcla, se dispone la masa en forma de montículos y se la deja así durante un mes, al cabo del cual ya puede esparcirse el abono amontonado, pero cuidando antes de removerlo muy bien.

Cuernos

Los órganos córneos de los animales, cuernos y pezuñas de las reses bovinas, ovinas y de cerda, y cascos de los caballos, abundan en nitrógeno. De los cuernos propiamente dichos, la agricultura sólo aprovecha como abono los despojos resultantes de la industria de peines, botones, etc., en forma de fragmentos más o menos toscos de raspaduras y otros desperdicios.

Las pezuñas de los rumiantes en los mataderos y raspaduras y desperdicios de los cascos de caballos en las albeiterías sólo pueden aprovecharse como abono. Estas substancias abundan en nitrógeno, según se desprende del análisis de Müntz y Girard, que encontraron en estado natural:

	Por 100 de nitrógeno
En las raspaduras de cuernos	10'20
En las raeduras de los cascos.	12'54
En los trozos de cuerno	14'61

Sin embargo, apenas se emplean en estado natural, porque se descomponen muy lentamente y, por lo tanto, tardan

mucho en influir en los cultivos. Para facilitar su rápida asimilación conviene dividirlos mucho. Su tenacidad dificulta esta operación y puede recurrirse a varios procedimientos para pulverizarlas.

Puede tratarse el cuerno por vapor recalentado en calderas autoclaves, donde se transforma en una masa gelatinosa que se deseca luego en la estufa, y después se lleva al molino para pulverizarla. También puede calentarse en la estufa a 150°, en una corriente de aire cargada de vapor recalentado. El producto obtenido por este procedimiento contiene del 13 al 15 por 100 de nitrógeno, y es de fácil y ventajoso empleo porque obra rápidamente en la vegetación.

Otro procedimiento consiste en la torrefacción. El cuerno se calienta en exceso sobre placas de bronce o en calentadores giratorios, donde pierde algo de agua y se esponja ligeramente, adquiriendo estructura porosa y quebradiza. Entónces puede pulverizarse fácilmente, con cuidado de no calentarlo mucho para evitar pérdidas de nitrógeno.

El cuerno tostado pulverizado contiene del 13 al 15 por 100 de nitrógeno. Es de acción rápida. Algunas veces contiene una corta cantidad de ácido fosfórico; pero apenas tiene potasa. Hoy día se vende, puesto a domicilio, a 32'50 francos el quintal con la misma dosis asegurada del 13 por 100 de nitrógeno, por lo que el kilogramo de este elemento resulta a 2'50 francos.

Hemos realizado algunos experimentos para comprobar el valor del cuerno como abono nitrogenado, y vamos a resumirlos a continuación:

En 1887, en Cloches, con la cooperación de O. Benoist, cultivamos remolachas comparativamente con estiércol de granja de excelente calidad a razón de 40,000 kilogramos por hectárea, y cuerno tostado y sangre mezclada con superfosfato y cloruro potásico. Obtuvimos las cosechas siguientes:

Estiércol solo	350 quintales
Cuerno tostado	337 —
Sangre desecada	383 —

En 1887-1888, en Maillebois, en la propiedad de Lafond, comparamos en el cultivo del trigo, el cuerno tostado con el sulfato amónico y un suplemento de superfosfato. Obtuvimos los resultados siguientes:

	Grano	
Sin abono	5'80	quintales
Cuerno.	17'44	—
Sulfato amónico	15'95	—

El mismo año, en Ormoy, en la propiedad de Ch. Égasse, cultivamos trigo con 60 kilogramos de ácido fosfórico asimilable por hectárea, y 40 kilogramos de nitrógeno proporcionados por el cuerno tostado y la sangre desecada. Los excedentes obtenidos comparados con la parcela sin abono fueron los siguientes:

	Grano	Paja
	Quintales	Quintales
Cuerno	8'3	11'3
Sangre	5'2	8'8

En Pré-Saint-Évroult, con la cooperación de Courtois, ensayamos el cuerno en trigo, sembrado en terreno que había producido patatas. Obtuvimos los resultados siguientes:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano	Paja	Grano	Paja
Abono completo (cuerno, 40 kilos de nitrógeno)	20'5	31'0	7'0	11'0
Abono sin nitrógeno	15'0	21'0	1'5	1'0
Sin abono.	13'5	20'0	»	»

En fin, en 1892-93, año notable por la sequía, ensayamos comparativamente en siete granjas distintas el cuerno tostado y el sulfato amónico en el cultivo del trigo. La estercoladura total contenía en cada caso 35 kilogramos de nitrógeno y 60 kilogramos de ácido fosfórico. La siguiente tabla resume los resultados obtenidos:

	Sin abono		Cuerno		Sulfato amónico	
	Grano	Paja	Grano	Paja	Grano	Paja
Boissy-le-Sec . . .	12'6	14'58	20'20	27'12	20'8	29'5
Brezolles.	7'4	33'40	9'80	40'40	8'6	36'1
Bû	13'5	17'10	17'10	20'60	15'2	19'8
Majainville	20'5	20'60	21'90	24'70	22'2	22'3
Gironville	4'7	6'60	6'70	14'40	7'2	14'9
Le Puiset	16'0	27'00	19'10	33'60	21'2	36'3
Thuys	15'4	33'60	20'30	36'60	21'0	37'0
Término medio . . .	12'8	21'80	16'40	28'20	16'3	27'9
Excedentes			3'60	6'40	3'5	6'1

Considerando el total de estos resultados, vemos claramente que el valor fertilizante del cuerno tostado, en cuanto al contenido de nitrógeno, es muy próximo al del sulfato amónico y de la sangre.

Cuero tostado

El cuero viejo, pulverizado después de tostarlo o someterlo a una presión de vapor de agua, ocupa un lugar importante entre los despojos nitrogenados que se venden en el comercio. En esta forma resulta más barato el nitrógeno, y es probable que algunos fabricantes inescrupulosos, que con la mira puesta en el negocio se dedican a la fabricación de abonos compuestos, llamados impropriamente *fosfoguanos* por los agricultores, no titubean en recurrir al cuero tostado cuando no se han comprometido formalmente a proporcionar al comprador nitrógeno nítrico o amoniacal.

Las fábricas que se dedican a este producto son numerosas en Francia y en Bélgica, y siendo muy considerables las cantidades de esta materia que obtienen. Es indiscutible que el empleo de residuos orgánicos nitrogenados, a menudo peligrosos para la salud pública, merece llamar la atención del agricultor. Sin embargo, deben reunir la indispensable condición, para que la agricultura desembarace de estos productos a la industria, de proporcionar a las plantas nitrógeno en forma asimilable en un plazo suficientemente limitado. No es lícito obligar al agricultor al aprovechamiento de estos residuos con el solo objeto de librar de ellos a la industria.

Ya sabemos que el comercio no es muy escrupuloso con estos abonos que, por ejemplo, se ha vendido no ha mucho como fosfoguanos crudales de amoníaco en los alrededores de Dreuse. El crudal de amoníaco es un residuo que, si bien nitrogenado, abunda en sulfocianuros, mortalmente nocivos para las plantas. Tampoco se ignora que algunos fabricantes adulteran la sangre desecada, mezclándola con cuero molido, antes o después de la desecación, siendo imposible separar por medio de un análisis ordinario, el nitrógeno orgánico de la sangre del inorgánico del cuero. Por esto recomendamos a nuestros lectores que estén alerta y prevenidos contra ciertos productos. No debe aceptarse como abono ningún nuevo residuo nitrogenado sin analizarlo antes.

Para mayor conocimiento y consejo del lector, reproducimos la legislación vigente en España acerca del comercio de abonos:

Condiciones que deben reunir los abonos químicos y minerales en España. — *Instrucciones para la toma de muestras.* — (Real decreto de 2 de diciembre de 1910).

Artículo 1.º Los agricultores que para la fertilización de sus tierras adquieran abonos químicos y minerales, y, en general, materias simples o compuestas, que contengan, por lo menos, uno de los principios esenciales a la vegetación (nitrógeno, ácido fosfórico, potasa), tendrán derecho a que se les compruebe su legitimidad por el análisis en los Laboratorios agrícolas, mediante las condiciones que en este Real decreto se establecen.

Art. 2.º Los Laboratorios a que esta autorización se refiere son los siguientes:

Estación Agronómica del Instituto Agrícola de Alfonso XII.

Granjas-Escuelas prácticas de Agricultura regionales de Ciudad Real, Badajoz, Valladolid, Zaragoza, Palencia, Coruña, Pamplona, Barcelona, Valencia, Jaén, Jerez de la Frontera y Canarias.

Estaciones Enológicas de Haro, Toro, Villafranca del Panadés y Reus.

Estación general de Agricultura de Albacete.

Estación de Estudios de aplicación del riego de Binéfar (Huesca).

Granja provincial de Alfonso XIII (Sevilla).

Laboratorios agrícolas provinciales de Toledo, Guadalajara, Cuenca, Cáceres, Burgos, Segovia, Soria, Avila, Teruel, Santander, León, Salamanca, Lugo, Orense, Pontevedra, Oviedo, Lérida, Gerona, Alicante, Castellón, Murcia, Granada, Málaga, Almería, Córdoba, Huelva, Baleares y Las Palmas (Canarias).

Art. 3.º Los fabricantes, depositarios, comisionistas o cualesquiera otros vendedores de abonos podrán también acudir a los dichos Centros para garan-

tizar por el análisis los productos de su fabricación o de su comercio, y estarán obligados a obedecer las disposiciones que se adopten por el Ministerio de Fomento para evitar todo fraude o falsificación, así como a facilitar las inspecciones facultativas, reconocimientos y demás medidas que a los mismos fines se dirijan.

Art. 4.º Las inspecciones oficiales a que se refiere el artículo anterior se llevarán a cabo por los Ingenieros de Servicio agronómico en las fábricas, almacenes o depósitos de abonos, y únicamente se efectuarán cuando sean ordenadas por la Dirección general de Agricultura, Minas y Montes o por los Gobernadores civiles.

Art. 5.º Los fabricantes y expendedores de abonos tendrán como obligación ineludible la de indicar a los compradores la calidad de sus mercancías, dándoles una factura en que consten certificados: 1.º El nombre del abono; 2.º Su origen y procedencia, y 3.º Su composición química, en que se expresará el tanto por ciento que contiene de cada uno de los principios fertilizantes esenciales (nitrógeno, potasa y ácido fosfórico) y el estado o forma química de estos elementos.

Cada saco o envase ha de llevar una etiqueta señalando la riqueza que contiene de abono de cada uno de los principios fertilizantes enumerados, cuyas cifras deberán concordar con las de la factura respecto al tanto por ciento de cada uno de dichos principios. Esta factura expresará también la cantidad y la calidad de materia inerte que contenga el abono, en el caso en que se haya añadido.

Art. 6.º Los Gobernadores civiles impondrán una multa de 20 a 200 pesetas a los vendedores que no llenen el expresado requisito por cada venta en que se averigüe y se pruebe la falta.

Art. 7.º El nombre del abono será siempre el que corresponda precisamente a la materia vendida y no a otro producto fertilizante de mayor valor, y cualquiera infracción cometida por el vendedor sobre este particular será gubernativamente castigada con una multa de 20 a 200 pesetas por la vez primera, debiendo ser entregados a los Tribunales los reincidentes en el empleo de nombres falsos, mal apropiados o que correspondan a otras substancias que las vendidas.

Los abonos compuestos que tuvieren un nombre específico en la localidad y muy conocido podrán ser señalados con el mismo.

Art. 8.º Queda prohibido usar el nombre genérico de *guanos* para los productos orgánicos o minerales en mezcla con materias inertes que les den color parecido a los *guanos naturales*; ni el de *negros*, para las turbas más o menos quemadas; ni el de *fosfatos*, para los esquistos fosfatados pulverizados; ni el de *abono nítrico*, para la mezcla de nitrato de sosa con yeso u otra substancia, que deberán siempre expresarse con el nombre compuesto que corresponda, y, en general, todas las denominaciones ambiguas que por indeterminación puedan inducir a error en la estima del abono.

Art. 9.º Por origen del abono se entenderá el lugar geográfico de que proceda, si es producto natural, o el pueblo en que radique la fábrica que lo produce, si se obtuviera artificialmente, debiendo, en este último caso, expresarse el nombre del fabricante.

Art. 10. El vendedor responde directamente de la composición que se exprese en la factura o etiquetas, y la garantía de las mismas se entenderá aplicable en el estado natural de humedad en que sea entregada la partida.

Art. 11. Cada uno de los elementos fertilizantes esenciales, nitrógeno, ácido fosfórico, potasa, que entren en el abono vendido, constarán en la clasificación que se haga en la factura que expida el vendedor y estarán especificados sus estados químicos en la forma siguiente:

Nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, ácido fosfórico anhidro soluble en el agua, ácido fosfórico anhidro soluble en el citrato amónico, ácido fosfórico anhidro insoluble en el agua y el citrato amónico y soluble en los ácidos, ácido fosfórico total, potasa anhidra soluble en el agua, potasa anhidra total.

Art. 12. Los vendedores certificarán la composición de sus abonos en la forma taxativa que se expresa en los artículos anteriores, poniendo en letra la frase tanto por ciento, y entendiéndose que lo expresado para cada elemento fertilizante significa que en los 100 kilogramos del abono vendido, y en el estado en que se entrega, hay de aquel elemento los que expresa la factura. Estas dosis podrán indicarse por dos números que representen los límites máximo y mínimo del tanto por ciento correspondiente; pero no se diferenciarán entre sí en más de una unidad para el nitrógeno, y de dos unidades para el ácido fosfórico y la potasa.

Art. 13. Cuando hubiere duda sobre la calidad de un abono, o se sospechase falta de exactitud en la factura extendida por el vendedor, o éste deseara demostrar su legitimidad, se podrá hacer la comprobación de análisis de las materias vendidas, bien sea de oficio, a petición del comprador o del vendedor, o de común acuerdo entre el comprador y vendedor. En todos los casos se tomarán las muestras para la verificación del abono con las formalidades debidas y como determina la Instrucción que se dicta al efecto. En la comprobación por demanda de los interesados corresponderán los gastos de análisis al comprador, si ha sido a su petición y si la mercancía adquirida tiene las condiciones expresadas en la factura, y al vendedor en caso contrario, con las demás responsabilidades a que haya lugar. Cuando la comprobación sea por iniciativa oficial, los gastos serán de oficio, si la mercancía es legítima, y de cuenta del vendedor si no lo es. Y, últimamente, si la comprobación es solicitada por el vendedor, éste pagará los gastos.

Art. 14. Los análisis de comprueba de abonos hechos por reclamación del comprador sólo tendrán carácter oficial y harán fe en juicio cuando se hayan verificado en los Laboratorios a que se refiere el art. 2.º, y que se especifican en las Instrucciones que acompañan a este decreto, debiendo emplearse siempre en las determinaciones los métodos de análisis prescritos en las expresadas Instrucciones.

Art. 15. Los Gobernadores, en vista de los análisis e informes de los Ingenieros, impondrán administrativamente las multas y responsabilidades que procedan, ateniéndose a las siguientes reglas:

1.ª Cuando la cantidad comprobada como riqueza de uno o varios de los elementos fertilizantes esenciales que contenga el abono sea menor del límite mínimo expresado en la factura y etiquetas de los envases, sin pasar esta diferencia del 5 por 100, se impondrá al vendedor la obligación de devolver al comprador la diferencia de precio cobrado, o a rebajar el importe de su cuenta proporcionalmente, si no estuviese pagado; de satisfacer además los derechos de análisis, según las determinaciones efectuadas con arreglo a la tarifa oficial.

2.ª Por las diferencias de 5 a 10 por 100 en la cantidad fijada como límite mínimo de riqueza de uno o varios de los elementos fertilizantes que contenga el abono, serán castigados los vendedores con una multa de 20 a 200 pesetas, según la importancia de la partida vendida, y además con la devolución al comprador del duplo de la cantidad que importen esas diferencias, que se tasarán al respecto del precio por unidad del elemento fertilizante que conste en la factura, o con la rebaja equivalente en la cuenta, si ésta no estuviese pagada, con los gastos de análisis devengados.

3.ª Por las diferencias del 10 al 15 por 100 sufrirán los vendedores doble

multa de la fijada en la regla anterior y el duplo de las demás penas que en la misma se señalan.

4.^a Por las diferencias de composición que excedan del 15 por 100 de la riqueza del abono en uno o varios de los principios fertilizantes, los Gobernadores pasarán inmediatamente el tanto de culpa a los Tribunales a los efectos de los artículos 318, 547 y 548 del Código penal.

Art. 16. El grado de pulverización, así como la homogeneidad de las primeras materias y de los abonos compuestos, será el conveniente y normal. En caso de reclamación del comprador, respecto a estos extremos, se someterá ésta al dictamen de los Ingenieros encargados de los Laboratorios agrícolas, y si no hubiese conformidad por parte del vendedor o del comprador, será decisivo el fallo de la Junta de Profesores de la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos, previo dictamen del Director de la Estación Agronómica y de los Profesores de Agronomía y Ciencias químicas de la misma.

Para este caso, las muestras se tomarán del mismo modo que si se tratara de la comprobación de la riqueza de los abonos.

Art. 17. Si el abono o primera materia contuviese substancias perjudiciales a la vegetación, aun cuando su riqueza fuese la garantizada en las facturas del vendedor, podrá el comprador reclamar conforme al artículo anterior.

Art. 18. Comprobado que sea cualquiera de los casos especificados en los artículos 16 y 17, los Gobernadores civiles decretarán quede de cuenta del vendedor la partida de abono de que se trate, no pudiendo exigir al comprador el cumplimiento del contrato.

Si se hubiese aplicado toda la partida o parte de ella en el cultivo, y se comprobasen perjuicios notorios en el mismo, debidos a su empleo, no tendrá derecho el vendedor a reclamar el pago de su importe. Pero a esto tendrá derecho el comprador tan sólo en el caso de que hubiese obtenido muestras previas de la partida con todas las formalidades y prescripciones de este Real decreto, y después de verificado el análisis y evacuado el informe de la Junta de Profesores de la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos, en el que se reconozca lesión para el comprador.

Art. 19. Queda expresamente prohibida la mezcla de fosfato de alúmina con superfosfato de cal, fosfato de cal tribásico, fosfato precipitado, y, en general, con todas las materias fosfatadas.

En caso de mezcla con materias nitrogenadas o potásicas, será obligación ineludible del vendedor expresar en las facturas y etiquetas que el ácido fosfórico del abono proviene del fosfato de alúmina.

Art. 20. El vendedor de abonos que incurriese en los casos que determina la regla 4.^a del art. 15 y los artículos 17 y 19, no podrá exigir del comprador el cumplimiento del contrato; perderá y serán de su cuenta todos los gastos de portes o de cualquiera clase que el abono hubiese originado, y no tendrá derecho a reclamar más del 50 por 100 del valor del que se hubiese empleado ya en el terreno, previa tasación por Ingenieros agrónomos y en vista de los antecedentes de composición del abono y precios medios corrientes en el mercado.

Art. 21. Se hacen extensivas las prescripciones de este Real decreto al sulfato de cobre, sulfato de hierro y al azufre.

Art. 22. Todos los años se publicará en el *Boletín oficial* de cada provincia, en los primeros días del mes de enero, una relación de las comprobaciones de abonos que se hubiesen hecho, poniendo los nombres y apellidos de los comerciantes y vendedores que no hayan incurrido en responsabilidad, y otra de los que en algo hubieren infringido las prescripciones legales y hayan sido multados administrativamente o entregados a los Tribunales como autores de graves faltas.

Art. 23. Los Ingenieros de Servicio agronómico y sus Ayudantes están

obligados a facilitar a los labradores el conocimiento del presente decreto y de los derechos que el mismo les concede, procurando, por todos los medios que sus disposiciones alcancen la mayor eficacia.

Art. 24. Quedan exceptuados de este Real decreto los que vendan con sus nombres usuales estiércoles, basuras, materias fecales, barreduras de calles, restos de mercados, residuos y despojos de mataderos, restos de destilerías o cervecerías, abonos de pescados y sus desperdicios, algas y otras plantas marinas, restos calíferos y conchíferos, yesos, cenizas, cal, sarro u hollín, restos de combustión de hullas, y, en general, los productos obtenidos directamente de las Granjas o Casas de labor, siempre que no impliquen una fabricación de abono de los especialmente denominados en las Instrucciones o hechos con mezcla de los mismos.

Art. 25. Quedan derogadas todas las disposiciones que se opongan al cumplimiento del presente decreto.

Instrucciones para el cumplimiento del Real decreto que antecede

DE LA DENOMINACIÓN DE LOS ABONOS

a) Los nombres que deberán usar los fabricantes y expendedores de abonos químicos y minerales, y que consignarán en las facturas de venta y en las etiquetas, serán los siguientes:

Sulfato de amoníaco, fosfato de amoníaco, nitratos de potasa y de sosa, nitrato de cal, cianamida de calcio, fosfato de cal, fosfato de alúmina, fosfato precipitado, fosfato amónico-magnésico, fosfato guano, ceniza de huesos, negro animal, escorias de defosforación, superfosfato mineral, superfosfato de guano, superfosfato de huesos frescos, superfosfato de huesos desgelatinizados, superfosfato de negro animal, yeso fosfatado, arenas fosfatadas, cloruro de potasio, sulfato de potasa, carbonato de potasa, fosfato de potasa, fosfato de sosa, sulfato doble de potasa y magnesia, kainita, carnalita, keiserita, guano bruto, guano molido, guano tratado por el ácido sulfúrico, sulfato de cobre, hierro y azufre.

b) Podrá admitirse otra denominación si ésta define bien la substancia y siempre que su uso sea generalmente conocido y estimado.

DE LA TOMA DE MUESTRAS

a) Para que la comprobación de abonos haya de causar efectos legales, se hará en el almacén del vendedor o en las estaciones de los puntos de embarque o de destino.

La hará el Alcalde del pueblo respectivo o un funcionario del Ayuntamiento por el mismo delegado, asistido de dos testigos sin tacha, y el Jefe, el factor o el funcionario en quien detegue el Jefe de la estación del ferrocarril.

b) Las muestras se tomarán en la forma que estas Instrucciones marcan, levantándose acta, que comprenderá:

- 1.º El nombre del pueblo y fecha en que se hace la operación;
- 2.º Nombres y apellidos del comprador y vendedor de la partida de abonos y de las personas que intervengan en la toma de muestras, con arreglo a lo que prescribe el precedente apartado a);
- 3.º Copias de las marcas y etiquetas de los envases;
- 4.º Número de la expedición del ferrocarril;
- 5.º Clases y señas de los envases en que se hayan puesto las muestras y de sus precintos, y
- 6.º Cualquiera otra circunstancia que identifique la mercancía vendida y que es objeto de la comprobación.

De estas actas, firmadas por los que deben asistir a la toma de muestras, se remitirá seguidamente un ejemplar con una muestra al Gobierno civil de la provincia, para que por el Ingeniero Jefe del Servicio agronómico correspondiente se envíe al Laboratorio agrícola; otro ejemplar, con otra muestra, se entregará o remitirá inmediatamente al vendedor, y el tercer ejemplar, de acta y muestra, se guardará en el Ayuntamiento del pueblo.

En caso de disconformidad con el resultado del análisis del comprador o del vendedor, el Gobernador dispondrá que el Ayuntamiento remita la muestra a la Estación agronómica del Instituto Agrícola de Alfonso XII, dirigiéndose de oficio al Director de dicho establecimiento, y acompañando copia del acta, y una vez analizada esta muestra, el dictamen será firme.

c) Para la toma de muestras se procederá, según los casos, del modo siguiente:

1.º Cuando los abonos sean pulverulentos y estén contenidos en sacos, se separarán cinco sacos por cada vagón, y se tomará de cada uno de ellos una porción como de medio kilo, procurando que sea el abono de la parte superior de unos sacos, del medio y del fondo de otros; se mezclan íntimamente los lotes sacados, removiéndolos con una pala o espátula, o con la mano, hasta que a la vista resulte un todo homogéneo; de esta mezcla se extraerán tres muestras, que pese cada una aproximadamente 300 o 400 gramos. Cada una de estas muestras se pondrá en un frasco de vidrio, que se tapaná con un corcho, lacrándose y precintándose los tres frascos de igual manera, poniéndoles el sello del Ayuntamiento y el de la estación del ferrocarril, debiéndose poner estos sellos, de ser posible, en la misma estación.

La cuerda o alambre que se ponga serán continuos y sin nudos, debiendo quedar lacrada y sellada la parte en que se den los nudos que hagan el lacre.

Si los abonos pulverulentos estuvieran envasados en barriles o toneles, se barrenarán los fondos de un número de envases que representen el 5 por 100 de la cifra total; abriendo un agujero bastante grande, se introduce una sonda y se sacan muestras, operando en lo demás como en el primer párrafo de este apartado.

Si los abonos pulverulentos estuvieran en montón, se abre con una pala una zanja o canal, que vaya desde la parte exterior de la base al centro del montón. En la superficie del abono que quede descubierta se toman 10 o 12 porciones en varios puntos, se mezclan, y de la mezcla homogénea se sacan tres muestras de 300 a 400 gramos de peso, que se ponen en los frascos correspondientes y se precintan como ya se ha dicho.

Si no hubiere frascos, podrán usarse vasijas de barro barnizado, bien secas, limpias y fuertes. No se usarán cajas metálicas para los superfosfatos.

2.º Si los abonos se presentaran en masa pastosa o compacta, ya estuvieren en sacos o toneles, se vaciará el 5 por 100 de éstos tomados al azar, sobre un suelo enlosado o de pavimento unido o enladrillado, y que previamente se habrá barrido; se mezcla y revuelve bien con la pala el montón obtenido, y de diferentes puntos de este montón se toman paletadas de abono, que se mezclan en un montón más pequeño que contenga tres o cuatro kilos del abono analizable. Después de bien dividida la materia de este pequeño montón y hacer bien homogénea la masa, partiendo y pulverizando convenientemente los terrones o bloques que se presenten, o bien deshecho a la mano, se tomarán tres muestras de unos 400 gramos, y se guardarán en los envases dispuestos al efecto, que se precintará como queda dicho.

Cuando los abonos tuvieren terrones, piedras o materias extrañas, no se separarán éstas, y deberán ponerse en las muestras en la proporción que salgan al hacer las mezclas preparatorias.

3.º Cuando se tratare de abonos muy poco homogéneos, como restos de

lanas, carnes y huesos partidos, restos orgánicos, etc., se pondrá en montón la cantidad de 5 por 100 de los envases, se mezclará y recortará en diversos sentidos con una pala, se tomarán puñados de abono en gran número de puntos del montón, y del pequeño montón que se forme con los puñados se sacarán los lotes para muestras, que se introducirán en los envases correspondientes, precintándolos como en los casos anteriores.

d) Por la Dirección general de Agricultura se formarán y distribuirán los modelos que faciliten la extensión de actas y demás documentos que la comprobación pueda exigir.

(*Gaceta de Madrid* del 3 de diciembre de 1917)

Además del anterior *Real decreto*, se han dictado las disposiciones legales vigentes sobre abonos, cuyo enunciado y fecha a continuación se expresa:

Modificación del Real decreto anterior. 3 diciembre de 1915 (*Gaceta de Madrid* del 4 de dicho mes).

Métodos de análisis de los abonos químicos. Real orden de 27 de diciembre de 1910 (*Gaceta* del 31 del propio mes).

Determinación de los óxidos de hierro y aluminio en los fosfatos. Real orden del 23 de noviembre de 1912 (*Gaceta* del 1.º de diciembre).

Terrenos reservados al Estado con objeto de aprovechar criaderos de substancias para abonos. Real decreto de 1.º de octubre de 1914 (*Gaceta* del 2).

El valor fertilizante del cuero tostado está experimentalmente comprobado.

Pétermann, ex director de la Estación agronómica de Gembloux (Bélgica), lo comprobó el año 1880 en el invernadero de experimentos fisiológicos y en el jardín y campo experimentales.

El cuero molido empleado por Pétermann como abono tenía la siguiente composición:

Agua.	11'89 por 100
Materias orgánicas (7'51 por 100 nitrógeno)	71'34 —
Materias minerales solubles en los ácidos (0'81 por 100 ácido fosfórico).	7'63 —
Cenizas insolubles	9'14 —

Los experimentos de invernadero se realizaron en tiestos que contenían 4 kilogramos de tierra abonada con 0'25 gra-

mos de nitrógeno, 0'30 gramos de ácido fosfórico y 0'20 gramos de potasa. Cada fórmula de abono se repetía en dos tiestos. En cada vasija se sembraron seis simientes de avena el 15 de mayo y se recolectaron el 2 de septiembre.

Los resultados obtenidos fueron:

	Paja y cascarilla Gramos	Grano Gramos
Sin abono	16'14	6'20
Cuero molido solo	27'90	6'95
Sangre desecada	38'51	13'41
Cuero molido y ácido fosfórico asimilable . . .	32'43	7'50
Sangre desecada y ácido fosfórico asimilable .	38'36	13'61
Cuero, potasa y ácido fosfórico	21'99	7'56
Sangre, potasa y ácido fosfórico	31'47	15'93

Estos resultados comprueban que con el cuero solo, aumentó muy poca cosa la cosecha, al paso que mezclado con fosfato o con fosfato y potasa, su efecto fué más notable, pero no tanto ni con mucho como el de la sangre desecada.

El cuero aumentó la cosecha de 1'14 gramos en valor absoluto, o sea un 18 por 100, y la sangre la aumentó de 8'11 gramos, o sea el 131 por 100.

En el jardín de experiencias se ensayaron comparativamente el cuero molido y el nitrato sódico en el cultivo de las habichuelas. Los resultados obtenidos por hectárea fueron:

	Grano por hectárea
Sin abono	942 kilogramos
Cuero (60 kilogramos de nitrógeno) . . .	981 —
Nitrato (60 kilogramos de nitrógeno) . . .	1,696 —

El cuero molido no influyó en la producción del grano, porque la diferencia de 39 kilogramos corresponde enteramente a las pérdidas inevitables en todo experimento.

Por el contrario, el nitrato sódico tuvo considerable eficacia. Si el nitrógeno de este último se computa en 1'60 francos, el del cuero no tiene valor alguno.

En el campo experimental del Instituto agrícola del Estado, en un suelo areno-arcilloso, se emplearon en el cultivo de la remolacha cuero molido y nitrato sódico, mezclado con ácido fosfórico en varias formas de combinación.

La estercoladura consistió en 84 kilogramos de nitrógeno y 60 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea.

He aquí los resultados obtenidos en quintales:

	Rendimiento por hectárea	Excedente de cosecha
Sin abono	338'7	*
Cuero y ácido fosfórico soluble	378'9	40'2
Cuero y ácido fosfórico soluble en el citrato.	371'8	36'1
Nitrato y ácido fosfórico soluble	433'8	95'1
Nitrato y ácido fosfórico soluble en el citrato.	420'7	82'0
Acido fosfórico soluble solo	343'8	5'1
Acido fosfórico soluble en el citrato	342'9	4'2

Por de pronto, se observa que el ácido fosfórico empleado solo, no aumentó gran cosa la cosecha, solamente un 1'4 por 100.

La mezcla del cuero con los fosfatos produjo un excedente del 11 por 100.

Pero la acción del nitrato sódico fué, por el contrario, muy importante, pues se obtuvo un excedente del 26 por 100.

De estos experimentos cabe inducir que el nitrógeno del cuero molido del comercio, mezclado con nitrógeno orgánico o en otra forma, vale bastante menos que el de la sangre y el de los nitratos.

Por los efectos producidos en las cosechas a las que se aplicó directamente, vemos que su valor relativo es la quinta o la tercera parte del valor del nitrógeno nítrico. Hoy día no debería pagarse más que a 0'30 o 0'50 francos la unidad. En conclusión, aconsejamos a los agricultores que eviten su empleo y que destierren de sus abonos compuestos el nitrógeno orgánico mal definido, y que exijan de estos últimos el contenido en nitrógeno amoniacal en otoño y el nitrógeno nítrico en primavera.

Despojos de lanas

Las diversas manipulaciones a que están sujetas las lanas en bruto en la hilatura y la fabricación de paños y otros tejidos dan por resultado despojos muy valiosos agrícola-

mente. Su masa es considerable, porque forman la quinta parte del peso bruto de la lana elaborada.

Su composición es variable; pero su valor como abono depende de la cantidad de nitrógeno que contienen, porque sólo se encuentra en ellos de $1/3$ a $1/2$ por 100 de ácido fosfórico. Después de 317 análisis efectuados en Gembloux por Pétermann, se ha reconocido en estos despojos un término medio de 3'85 por 100 de nitrógeno, con variantes que oscilan entre el 2 y el 6 por 100.

Ordinariamente su precio de venta es de unos 4 francos, por lo que el kilogramo de nitrógeno resulta a 1'04 francos.

Se emplean ventajosamente estos despojos a las dosis de 2,000 a 2,500 kilogramos por hectárea. Se recomienda enterrarlos antes del invierno mediante una labor, y su eficacia dura tres años. Como quiera que la lana sólo proporciona nitrógeno al suelo, debe mezclarse con abonos fosfatados en las tierras necesitadas de este elemento primordial de fertilidad.

En estado bruto, los despojos de lanas son, como el estiércol, un abono de descomposición lenta, pero de durable eficacia. Para acelerar la descomposición y activar su efecto útil, pueden someterse a la fermentación, disponiendo las lanas en montones o mezclándolas con abonos completos de estiércol, cascas de manzana, materias vegetales de todas clases, espolvoreadas con fosfatos naturales. En estas condiciones, el nitrógeno de la lana y el ácido fosfórico de los fosfatos son rápidamente asimilables.

Con este mismo propósito la industria de los abonos ha recurrido a eficacísimos procedimientos para disgregar las lanas y darles mayor influencia desde el primer año de su empleo. A este efecto, se tratan con los álcalis, los ácidos o el vapor a presión, o se tuestan en cámaras cerradas.

Con estos procedimientos se obtiene un abono muy dividido y homogéneo, consiguiéndose que una parte del nitrógeno que contiene tome forma amoniacal.

He aquí algunos de estos productos:

	Nitrógeno orgánico p. 100.	Nitrógeno amoniacoal p. 100.
Despojos de lana tostados	4'18	1'09
Trapos de lana disgregados me- diante el vapor a alta presión. . .	8'00	0'90
Tundiznos de lana tratados por el vapor a alta presión	6'90	0'45

En fin, en el batido de las lanas, se forma un polvillo muy tenue, llamado *polvillo de lana*, que analizado dió los resultados siguientes:

Nitrógeno.	2'50 a 5'20
Acido fosfórico	0'23 a 1'30
Potasa.	0'30 a 0'87

No es dudoso el valor de los despojos de lana como abonos de descomposición lenta y acción duradera. La práctica lo ha demostrado hace tiempo, así como que dispuestos en montones ó mezclados con abonos completos aumentan rápidamente su asimilación.

Pero los productos elaborados que nos ofrece la industria, y a los que atribuye mayor asimilación y acción más rápida y más segura, ¿tienen la eficacia que se les supone y está en relación con su precio? He aquí unas oportunas preguntas que merecen respuesta y que vamos a tratar de satisfacer fijándonos en experimentos de Pétermann.

A continuación resumimos los resultados obtenidos en el cultivo del trigo en invernaderos:

Naturaleza de la estercoladura	Aumento por 100 relativo a la producción sin abono
Lana en bruto	16'7 por 100
Lana disuelta	23'5 —
Nitrato sódico	37'9 —
Lana en bruto y fosfato	18'9 —
Lana disuelta y fosfato	33'9 —
Nitrato y fosfato	38'3 —

Por los anteriores datos se ve que la acción de la lana en bruto es inferior a la de la lana disuelta, pero que el nitrato sódico, en igual cantidad de nitrógeno, supera de

mucho a las dos, aunque hayan sido mezcladas con ácido fosfórico.

Otros ensayos en el campo experimental con el cultivo de la remolacha, dieron los resultados siguientes:

	Excedente por 100
Lana en bruto.	11'1
Lana disuelta	30'9
Nitrato.	47'8

Como en los ensayos con el trigo candeal, demuestran estos últimos la positiva acción de la lana en bruto, que el tratamiento industrial acrecienta su eficacia; pero que el nitrato supera sin duda alguna a la lana.

Si tomamos como tipo del valor del nitrógeno el nitrato sódico, vemos claramente, según los antes citados experimentos, que si el kilogramo de nitrógeno nítrico vale 100, el nitrógeno orgánico de la lana en bruto sólo vale de 35 a 45, y el de la lana disuelta no vale más que 65.

En resumen, los despojos de lana en bruto o disueltos son mucho más eficaces que el cuero molido, y así como de este último puede decirse que debe expulsársele de los abonos, por el contrario, se puede emplear sin temor alguno la lana, con la sola condición de no pagarla a precio desproporcionado con su eficacia.

Trapos de lana y de seda

Los trapos de lana y de seda que no puede emplear la industria, se venden para las estercoladuras de las tierras. Se emplean directamente en las tierras del Mediodía para fertilizar los viñedos y todos los cultivos de arbustos, a causa de su descomposición y de su acción duradera. Antes de emplearlos, deben dividirse tanto como se pueda, para facilitar su enterramiento. Para realizar esta operación conviene proveer a los obreros de guantes sólidos a fin de prevenir las consecuencias de las desolladuras, pues, por lo general, estos trapos están muy sucios y su manipulación es muy malsana.

El mejor modo de emplear estas materias consiste en disgregarlas como se hace con los despojos de lana hablado.

La valía fertilizante de los trapos de lana o de seda es muy variable según estén más o menos cubiertos de materias extrañas, y su valor agrícola es proporcional a su contenido en nitrógeno, de modo que no se deben comprar sin previo análisis. Generalmente contienen del 10 al 12 por 100 de nitrógeno los de lana y del 8 al 11 por 100 los de seda.

Pelos, plumas, etc.

El producto del rascado de las pieles en las tenerías y los restos de las crines y plumas son materias abundantes en nitrógeno, pero de lenta descomposición, y no pueden emplearse directamente. Conviene disponerlas en montones, o bien tratarlas por los procedimientos antes citados. El contenido en nitrógeno es:

Plumas	15'3 por 100
Pelos y crines	17'3 —
Borras cortas de buey	13'3 —

Pero, a causa de mezclarse con substancias extrañas y con agua, disminuye la dosis de nitrógeno al 4 o 6 por 100. No deben, pues, comprarse sin analizarlas.

Sulfato amónico

El sulfato amónico, como indica su nombre, está formado por la combinación del ácido sulfúrico (aceite de vitriolo), con el gas amoniaco o álcali volátil. En estado de pureza contiene por cada 100 partes:

Anhidrido sulfúrico	60'62
Agua	13'63
Amoniaco	25'75
Total	<u>100'00</u>

Cada 25'75 partes de amoniaco contienen 21'21 de nitrógeno elemental.

Pero el sulfato amónico del comercio no es, en general, químicamente puro. Varía en color y proporción de nitrógeno, y sus impurezas dependen de la manera de fabricarlo. Unas son inertes, y otras perjudiciales a la vegetación.

El sulfato amónico de fabricación francesa contiene, por regla general, del 20 al 21 por 100 de nitrógeno. Los productos de fabricación inglesa son menos puros, pues sólo contienen un 19 por 100 de nitrógeno.

Algunas veces se encuentran sulfatos amónicos muy hermosos, blancos, bien cristalizados, en los que no ha sido neutralizado todo el ácido fosfórico por el amoníaco y, por consiguiente, contienen ácido libre. Pétermann ha encontrado en uno de estos productos la composición siguiente:

Sulfato amónico efectivo.	80'90
Acido sulfúrico libre	15'83
Agua y arena	3'27
Total.	<u>100'00</u>

Además de que esta sal sólo contenía 17'16 de nitrógeno, y, por consiguiente, era de valor comercial inferior, su abundancia en aceite de vitriolo libre le asignaba propiedades sumamente corrosivas. No sólo era peligroso enterrarla, sino que llegaba a corroer los aperos. Puesta en contacto con las raíces de las plantas, forzosamente había de perjudicarlas y deteriorarlas.

Otra impureza, aun más perjudicial, es el roda-amonió o sulfocianuro amónico, compuesto de ácido sulfocianhídrico y amoníaco. Es una sal en extremo venenosa, que, aun en corta cantidad, mata rápidamente a los vegetales.

El sulfocianuro amónico se encuentra en los productos inferiores, negros o rojos, procedentes de las fábricas de gas. Schumann menciona un análisis de un producto inglés que contenía 74 por 100 de sulfocianuro y sólo un 15 por 100 de sulfato amónico. Hemos tenido ocasión de analizar un abono que se vendió a un cultivador de los alrededores de Brezoles a 26 francos los 100 kilogramos, y cuyo empleo destruyó la cosecha de los campos a los cuales se había aplicado. Era uno de esos sulfatos amoniacales impuros cargados de

materias bituminosas con gran cantidad de sulfocianuro.

En opinión de Wölcker, malogrado químico de la Sociedad Real de agricultura de Inglaterra, bastan 10 kilogramos de sulfocianuro por hectárea para producir los desastrosos efectos anteriormente citados.

La falsificación del sulfato amónico es muy corriente, mezclándolo con sales de aspecto análogo, como sulfato sódico, sal marina, sulfato de hierro molido, y aun también la arena blanca cristalizada, productos todos de un valor comercial muy inferior al sulfato amónico.

De todo lo dicho cabe inducir la importancia de asegurar la cantidad de nitrógeno que contengan estos productos (del 20 al 21 por 100) o la pureza del sulfato amónico que se adquiera, de modo que esté en absoluto libre de sulfocianuros. También es necesario procurarse una muestra legal del abono para que el análisis del producto que se ha de adquirir surta efectos en caso de entablar alguna reclamación. En estos casos importa averiguar: 1.º, el nitrógeno amoniacal, y 2.º, los sulfocianuros. Aunque el análisis no señalara sulfocianuros y se obtuvieran dosis inferiores de nitrógeno, se debe proseguir el análisis para averiguar los cuerpos extraños que se han mezclado al sulfato amónico.

No obstante, conviene advertir que rara vez se encuentran estos productos adulterados o de mala calidad. En los treinta años que inspeccionamos abastecimientos de abonos de los Sindicatos agrícolas de Eura-Loira, nunca encontramos ningún sulfato amónico falsificado, excepto el caso antes expuesto, y aun se había vendido con el nombre de *fosfoguanó*.

Esta sal nitrogenada se emplea bastante como abono, y con razón se reserva con preferencia para las estercoladuras de otoño. En efecto, el nitrógeno que contiene se encuentra en forma directamente absorbible por las raíces de las plantas en general, y en particular por las gramíneas. Además, este nitrógeno se nitrifica fácilmente en el suelo, aunque en otoño la nitrificación es demasiado lenta para que la planta lo absorba del suelo de tal manera, que no haya probabilidades de que lo arrastren las aguas infiltradas, ya en estado natural, ya después de transformado en nitrato.

En 1836, demostró Chattmann por vez primera la utilidad del amoníaco como alimento de los vegetales. Había observado que las praderas regadas con purín se mantenían siempre en buen estado, y como sabía que el purín abunda en amoníaco, dedujo que este álcali era muy beneficioso a la vegetación. Para comprobarlo, experimentó con sales amoniacales, repitiendo la célebre experiencia de Franklin con el yeso. Obtuvo el mismo éxito. Más tarde, Müntz, y no hace mucho Bréal, repitieron los experimentos demostrativos de tan importante fenómeno, y concluyeron que el amoníaco es directamente útil a la nutrición de los vegetales.

En fin, Lawes y Gilbert, en Inglaterra, después de prolongados experimentos, demostraron la eficacia del empleo de las sales amoniacales como abono en el cultivo de los cereales.

En el del trigo, durante un período de veinte años consecutivos en un mismo terreno, obtuvieron, por término medio y por hectárea, los resultados siguientes:

	Grano Hectolitro	Paja Quintales
Sin abono.	13'02	16'32
Sales amoniacales	28'40	29'23

En la cebada, y también durante veinte años de continuado cultivo, obtuvieron:

	Grano Hectolitro	Paja Quintales
Sin abono.	17'96	14'75
Sales amoniacales	29'19	23'23

En fin, en la avena, durante un período de cinco años, comprobaron los siguientes rendimientos:

	Grano Hectolitro	Paja Quintales
Sin abono.	17'84	13'02
Sales amoniacales	42'21	35'78

Por lo que toca al empleo del sulfato amónico en el cultivo de las remolachas en primavera, Lawes y Gilbert dedujeron de sus experimentos: «que empleando sales amónicas

con la misma cantidad de nitrógeno que en el nitrato sódico, el rendimiento es menor, pero mejor la calidad, porque la dosis de materia seca, o de azúcar, es mayor, mientras que con el amoniaco es menor».

Flemming experimentó el empleo del sulfato amónico en el cultivo de la patata. Con una estercoladura de 25 toneladas métricas de estiércol por hectárea, obtuvo 320 quintales de tubérculos. El suelo sin abono produjo 170 quintales, por lo que la estercoladura proporcionó un excedente de cosecha de 150 quintales.

Añadiendo al estiércol 190 kilogramos de sulfato amónico, el rendimiento ascendió a 370 quintales; luego el aumento de cosecha producido por el sulfato amónico fué, respecto del estiércol solo, de 50 quintales.

Por nuestra cuenta hicimos cierto número de experimentos acerca del empleo del sulfato amónico como abono nitrogenado. Según dijimos, comparamos su acción con la de la sangre desecada y la del cuerno tostado. En los dos experimentos siguientes lo comparamos con el nitrato sódico en el cultivo del trigo. El suelo recibió 40 kilogramos de nitrógeno en forma amoniaca o nítrica, mezclados con 60 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el citrato. Los excedentes de cosecha obtenidos, comparados con las parcelas sin abonar, fueron los siguientes:

	Sulfato amónico		Nitrato sódico	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Saint-Victor-de-Buthon.	6'9	16'4	7'5	21'4
Brunelles.	12'1	7'7	3'1	5'7

En fin, en catorce campos de demostración experimental para los alumnos diseminados por el departamento de Eura-Loira, en 1898-1899, cultivamos trigo con un abono completo, cuyo nitrógeno estaba en forma de sulfato amónico, a la dosis de 40 kilogramos por hectárea. Al propio tiempo cultivamos trigo comparativamente con la misma cantidad de abono, pero sin nitrógeno. En estos experimentos obtuvimos, por término medio, los excedentes de cosecha que se expresan a continuación:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Abono completo amoniacal	10'03	18'39
Abono sin nitrógeno	4'19	6'22
Efecto del nitrógeno amoniacal	5'84	12'17

El conjunto de estos resultados nos autorizan para afirmar que el sulfato amónico constituye un excelente abono nitrogenado. Es muy ventajoso su empleo, no sólo para las siembras de otoño, sino también para las de cereales de primavera y en las plantas de raíces o de tubérculos.

Otras sales y productos amoniacales

Aunque el sulfato amónico es casi la única sal amoniacal que se emplea en la agricultura, conviene señalar la sal amoniaco o cloruro amónico, que, como el sulfato, sirve para estercolar las tierras. Se obtiene saturando los vapores amoniacales con ácido clorhídrico. Es producto muy estable, más abundante en nitrógeno que el sulfato amónico, puesto que contiene aproximadamente un 25 por 100. Con esta sal realizaron experimentos Lawes y Gilbert en comparación con el sulfato. No se emplea con más frecuencia, porque la encarece su aplicación industrial.

El nitrato amónico es la sal más abundante en nitrógeno. Contiene este elemento fertilizante en dos formas a la vez: en forma amoniacal y en forma nítrica. Puro y seco, puede contener un 40 por 100. Su mucho precio y notable delicuescencia impide emplearlo en grandes cultivos; pero se aprovecha muy ventajosamente para preparar soluciones nutritivas destinadas al cultivo de plantas en maceta.

El fosfato amónico contiene un 28 por 100 de nitrógeno y cerca del 30 por 100 de ácido fosfórico. Se fabrica en cantidad bastante considerable en Alemania. Sus efectos en la vegetación son muy beneficiosos.

Las aguas de condensación del gas contienen aproximadamente 15 kilogramos de amoniaco por metro cúbico, y las aguas inútiles contienen 2 a 3 kilogramos. Ambas deberían emplearse los cultivadores como abonos nitrogenados, cuyos

campos están situados en las inmediaciones de las fábricas; pero como contienen el nitrógeno en forma de carbonato cáustico, que podría quemar las raíces, conviene esparcirlas por el suelo sembrado, sin cubrirlas antes de agua, de manera que no contengan más de 1 kilogramo a lo sumo de amoniaco por metro cúbico.

En fin, se llama *crudal de amoniaco* un producto negrozco, pulverulento, proviniente de las fábricas de gas, constituido por una mezcla de sales amoniacaes y de sulfocianuros. Mata las plantas en vegetación; pero aportadas a las tierras desnudas, o sea sin sembrar, con suficiente anticipación, los sulfocianuros se oxidan y el nitrógeno que contienen fertiliza las tierras. De todos modos no recomendamos este producto a los agricultores a pesar de su baratura, pues su empleo requiere demasiadas precauciones.

Cal nítrica o cinamida cálcica

Se llama cal nítrica o cinamida cálcica, un producto preparado por el procedimiento de Frank y Caro, que consiste en pasar una corriente de nitrógeno por una mezcla de cal y carbón o bien por carburo cálcico en el horno eléctrico.

El nitrógeno necesario para la combinación se extrae del aire atmosférico, haciéndolo pasar en corriente por torneaduras de cobre calentadas al rojo que fijan el oxígeno, mientras que el nitrógeno se transporta por presión al horno eléctrico. El cobre oxidado se regenera mediante una corriente de gas del alumbrado que se apodera del oxígeno. También se extrae el nitrógeno de la destilación fraccionada del aire líquido por el procedimiento de Claude.

La cinamida cálcica es un polvillo pardo que, según la fabricación, puede contener del 14 al 22 por 100 de nitrógeno, pero su dosis media es la misma que la del sulfato amónico del comercio, o sea del 20 al 21 por 100.

Contiene del 55 al 60 por 100 de cal, y del 17 al 18 por 100 de carbón.

En el suelo, la cinamida cálcica (CN_2Ca) se transforma con bastante rapidez en amoniaco y carbonato cálcico. Em-

pleado en buenas condiciones, dará resultados agrícolas comparables a los del sulfato amónico.

Conviene esparcirlo por el suelo é incorporarlo con el rastrillo ocho o quince días antes de la siembra o plantación, porque de otro modo podría contener dicianamida y perjudicar a las semillas o planteles. Por lo tanto, no puede emplearse en capas esparcidas como los nitratos y el sulfato amónico.

Grandeau obtuvo con su empleo rendimientos algo inferiores, del 3 al 5 por 100 menos, a los del sulfato amónico en igualdad de nitrógeno.

En metódicos experimentos realizados en grandes cultivos, obtuvieron Müntz y Nottin resultados muy favorables. A continuación damos las conclusiones de su importante memoria sobre este producto:

«Después de los resultados de nuestros experimentos de cultivo, debemos recordar cuanto contrarió la acción del abono la persistente sequía del verano de 1906. Tampoco fueron los resultados tan concluyentes como cabía esperar. Sin embargo, los numerosos experimentos efectuados y la diversidad de cultivos, suelos y climas, nos permiten deducir conclusiones generales de las cifras obtenidas, que concuerdan con nuestros experimentos de nitrificación. Tomemos por ejemplo el cultivo del trigo. El término medio de las cifras obtenidas en los rendimientos por hectárea son:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Cinamida enterrada antes de la siembra.	30	57
— enterrada con la semilla . . .	33	56
Sulfato amónico	28	51
Testigo	27	48

»Examinando los resultados medios que atenúan los errores de experimentación, queda comprobada la superioridad de la cinamida enterrada en el momento de ir a efectuar las siembras. Este abono produce efectos por lo menos iguales a los del sulfato amónico; pero comparándolos con otros diversos abonos nitrogenados, el aumento de cosecha corresponde más bien a la paja que al grano.

»En el cultivo de la avena se han comprobado los rendimientos que a continuación se señalan y que representan por hectárea los términos medios de la experimentación:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Cinamida enterrada antes de la siembra.	33	56
— enterrada con la semilla	32	55
Sulfato amónico	33	56
Testigo	30	47

»La cinamida empleada de una o de otra manera y el sulfato amónico dan sensiblemente resultados iguales.

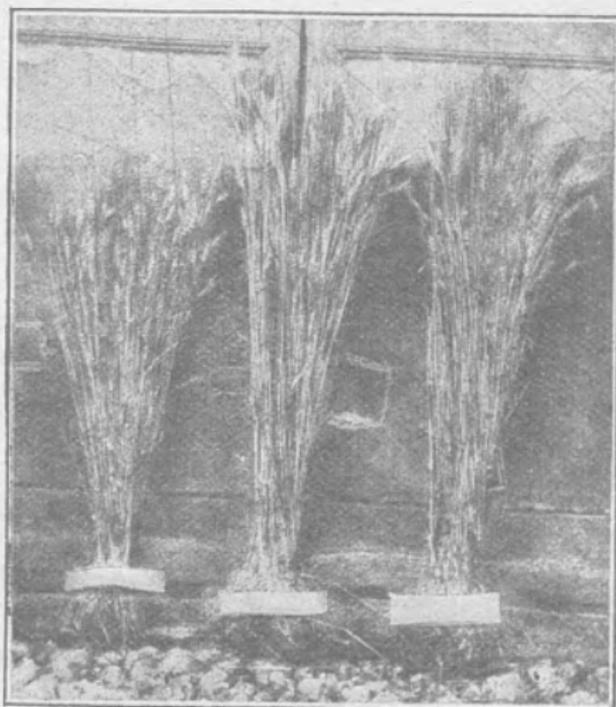


Fig. 32.— Ensayo de cinamida en el trigo.

»Considerados desde otro punto de vista, los referidos experimentos de cultivo demuestran que la cinamida no estorba la germinación, especialmente si se emplea en las dosis ordinarias que aconseja la práctica agrícola. Es probable que

a dosis más elevadas que las empleadas por nosotros, demostraran los resultados la conveniencia de enterrar este abono algunos días antes de la siembra.

»El empleo de la cinamida esparcida nos dió buenos resultados, sobre todo cuando la dosis no excedía de 200 kilogramos por hectárea, que puede considerarse normal.

»Consideramos, pues, la cinamida como equivalente al sulfato amónico con el que tiene mucha semejanza, y puede substituir a este abono nitrogenado, sobre todo si se aplica en las mismas dosis y en forma parecida.

»Si toma incremento la fabricación de la cinamida, de modo que el nitrógeno resulte a precio igual por lo menos al del sulfato amónico, será una nueva fuente de este elemento fertilizante, cuya eficacia para aumentar las cosechas está suficientemente demostrada.»

Los favorables resultados obtenidos del empleo de este producto por Müntz y Nottin, no impiden mantener la restricción antes expuestas, pues la cinamida comercial puede contener dicianamida, venenosa para los vegetales.

Nitrato sódico

El nitrato sódico, o salitre de Chile, es hoy día la más copiosa fuente de nitrógeno asimilable en la agricultura. Procede de la América del Sur, en donde hay dilatados yacimientos entre 19 y 21° de latitud Sur de la vertiente del Océano Pacífico correspondientes a Chile, Bolivia y Perú. Los yacimientos están en las altas mesetas, entre los Andes y el mar, a unos 1,000 metros de altitud aproximadamente (figura 33).

Los depósitos de nitratos, o *salitreras*, forman montones irregulares, cuyo espesor es a veces de 5 metros, pero que por lo general no exceden de 1 metro. La masa salina está ordinariamente cubierta de una capa de arena y de otra de arcilla muy dura llamada *costra*. Por curiosidad damos la composición del salitre del Perú:



Fig. 33.—Centro minero del nitrato sódico en Chile.

Nitrato sódico	61'0	por 100
Yoduro sódico	0'7	—
Cloruro sódico	16'8	—
Sulfato sódico	4'6	—
— magnésico.	5'9	—
— cálcico	1'3	—

Algunas veces el salitre contiene del 30 al 35 por 100 de nitrato potásico, y cortas cantidades de perclorato potásico.

Las salitreras se explotan en minas; luego se trata el salitre con agua hirviente y se satura de nitrato sódico, que cristaliza por enfriamiento. La sal marina queda disuelta porque tan soluble es en caliente como en frío. Escurridas las aguas madres y secadas al sol, se obtiene nitrato sódico en bruto, que contiene del 94 al 96 por 100 de nitrato puro. Las aguas madres suelen aprovecharse para extraer el yodo.

El nitrato sódico puro formado por la combinación del ácido nítrico con la sosa es una sal blanca, que cristaliza en rombóedros, deliquescente y muy soluble en el agua. Un litro de agua a 15° disuelve 840 gramos. Puesta sobre ascuas, se funde y descompone.

100 partes de sal contienen:

Sosa	36'47
Acido nítrico.	65'53

con dosis de 16'47 por 100 de nitrógeno.

El nitrato comercial es siempre impuro, de color gris más o menos sucio, ligeramento húmedo, con cristales de tamaño variable y forma cúbica, por lo que suele llamársele *salitre cúbico*. Su dosis es del 15 al 16 por 100 de nitrógeno. A pesar de la regularidad de su composición, conviene no comprarlo sin previo análisis, porque a veces lo adulteran.

A continuación damos el análisis completo del nitrato comercial:

Nitrato sódico	94'03
Nitrito sódico	0'31
Cloruro sódico	1'52
— potásico	0'64
— magnésico	0'94
Yoduro sódico	0'28
Materias terrosas	0'92
Agua	1'36
Total.	<u>100'00</u>

El nitrato sódico comercial es tan deliquescente que lo disuelve la humedad atmosférica. Los sacos que lo contienen están siempre impregnados de sus soluciones. La tela de un saco puede absorber perfectamente hasta 1 kilogramo de nitrato. Por esta razón, en las granjas se lavan los sacos para aprovechar el agua en los riegos. Debemos advertir que, por falta de precauciones, esta manera de obrar ha ocasionado algunas veces accidentes mortales en las vacas, que ávidas de agua salada se abrevaron en los lavaderos donde se habían lavado los sacos.

A causa de su deliquescencia, conviene no adquirir muy prematuramente el nitrato. Hasta el momento de su empleo debe guardarse en locales secos y cerrados. El nitrato bien pulverizado forma fácilmente una pasta si se mezcla con superfosfatos que no hayan sido previamente secados. Este es un inconveniente que deben tener en cuenta los prácticos. Por otra parte, cuando se mezclan anticipadamente con superfosfatos muy ácidos, puede haber pérdidas de nitrógeno en forma de vapores nitrosos, como lo comprobó Andouard, director de la Estación agronómica de Nantes.

Hemos dicho que el nitrato sódico debe comprarse previo análisis, con dosis mínima garantida del 15 por 100 de nitrógeno, pues puede adulterarse fácilmente sin que se conozca a simple vista. En épocas cuando su precio era elevado, comprobamos que se le habían mezclado sales potásicas en bruto. Más recientemente, observamos también que había sido adulterado con arena blanca y cristalina. En un envío hecho a un agricultor amigo y a un negociante de Chartres, encontramos del 50 al 56 por 100 de arena blanca y crista-

lina. El Sindicato agrícola de Chartres persiguió criminalmente y obtuvo la condena de un almacenista que le había vendido nitrato con el 26 por 100 de arena, según comprobaciones de Müntz.

También se ha mezclado con cloruro sódico o sal marina. En un análisis encontró Wolker hasta el 56 por 100 de esta sal. Por lo tanto, la desconfianza es la mayor garantía para comprar de segunda mano.

Por Dunquerque llegan a Francia las mayores cantidades de nitrato de Chile. En este puerto se descargan más de las tres cuartas partes de nitrato que se importan en Francia, y es el mercado regulador de los precios de este abono (figura 34).

Los precios son variables, y desde algún tiempo no muy conformes con las leyes de la economía política, porque entre el productor y el consumidor europeo han interpuesto los capitalistas un monopolio de importación. Aunque desde hace veinte y cinco años recomendamos a los agricultores este abono, su injustificada alza nos obliga a recordar que el *nitrato de sosa no es un abono indispensable*, aunque ser excelente agente de fertilización. Sólo se debe emplear cuando proporciona el kilogramo de nitrógeno a menor precio que otros abonos nitrogenados, como la sangre, cuerno, carne y sobre todo el sulfato amónico.

El nitrato sódico es sumamente soluble. Hasta en la tierra relativamente seca encuentra más cantidad de agua de la que necesita para disolverse. Sin embargo, su difusión en la masa del suelo no es instantánea. Un cristal de nitrato sódico en medio de una masa terrosa es verdad que se disuelve con bastante rapidez en el agua que la rodea, pero la solución así formada, que según hemos tenido ocasión de comprobar exactamente tiene una tensión superficial muy elevada, atrae el agua de la tierra que la rodea. Al cristal afluye el agua de las tierras vecinas que se desecan a consecuencia de esta absorción. Al propio tiempo, la estructura de los suelos que contienen, aunque sea en corta cantidad, sales de caliza, sobre todo sales carbonatadas, se modifica en el sentido de disminuir el diámetro de los canaliculos

intersticiales y aumenta la compactibilidad del suelo. La difusión del nitrato sólo puede efectuarse mediante las aguas pluviales que al saturar el suelo anulan la tensión superficial. Entonces la sal circula con las aguas infiltradas, y si éstas son lo suficientemente abundantes para alcanzar las capas profundas y las fuentes, arrastran al nitrato, que se pierde para la vegetación. En efecto, el suelo no absorbe el nitrato

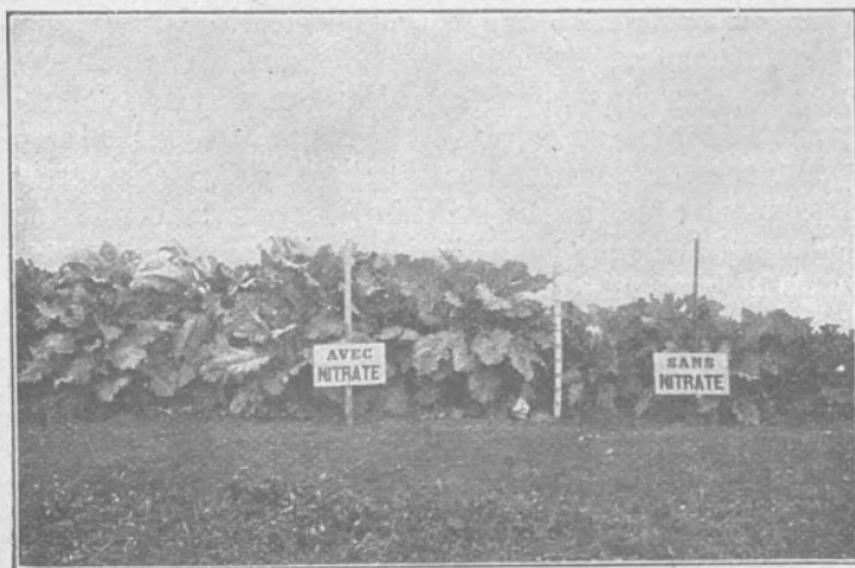


Fig. 34.—Efectos del nitrato sódico en las coles forrajeras, variedad Caullet de Flandes. Fotografía obtenida a los cuatro meses de plantación. Con nitrato alcanzó la planta 1·20 m. de altura. Sin nitrato, 0·76 m.

como absorbe el amoníaco y la potasa, por lo que se considera como abono inferior el nitrato sódico, ya que su empleo requiere mayor cuidado. Sólo debe esparcirse el nitrato cuando no haya temor de que el agua filtre en las capas profundas, y así sólo debe emplearse, por lo general, en primavera y verano. Entonces la evaporación del suelo y de las plantas basta para impedir toda pérdida considerable por filtración natural. Pero aun en estas estaciones, si se quiere asegurar la eficacia del nitrato sódico, conviene emplearlo a dosis fraccionadas, de manera que las raíces de las plantas absorban rápidamente la cantidad distribuida.

Sin embargo, también puede emplearse en otoño, en la estercoladura de los trigales, cuando el precio del sulfato amónico es muy subido. No tenemos motivo de arrepentirnos de haberlo recomendado así. Pero en este caso, debe emplearse a dosis muy moderadas, de 75 a 100 kilogramos por hectárea todo lo más.

Apoyados en este principio, experimentamos en 1894-1895, el nitrato sódico, distribuyéndolo a corta dosis en el momento de sembrar trigo, como complemento en primavera, y comparándolo con el sulfato amónico aplicado en el momento de la siembra y con igualdad de nitrógeno por hectárea. En los dos casos, la estercoladura nitrógenada se completó con 60 kilogramos por hectárea de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato. La cantidad total de nitrógeno distribuida fué de 35 kilogramos. Para el nitrato, pusimos 12 kilogramos de nitrógeno en otoño y 23 kilogramos en primavera.

Aunque el invierno fué crudo y las heladas dañaron los sembrados de trigo, los resultados obtenidos fueron satisfactorios: La tabla siguiente indica los excedentes obtenidos:

Localidades	Sulfato amónico		Nitrato sódico	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Monouyau	10'55	17'54	10'63	21'70
Le Gueslin.	9'78	12'41	10'56	15'12
Charonville	10'26	19'36	9'12	4'80
Meslay-le-Grenet . . .	7'68	10'85	10'94	13'62
Término medio	9'56	15'04	10'52	13'53

En igualdad de nitrógeno, el nitrato sódico empleado en dos veces (una tercera parte en otoño y dos terceras partes en primavera), produjo algo más grano y menos paja que el sulfato amónico. Calculando el valor de los excedentes a 20 francos el quintal de grano y a 4 francos el de paja, se obtuvieron las ganancias siguientes:

	Francos
Con sulfato amónico.	251'36
Con nitrato sembrado en dos veces.	264'52

De lo que resulta evidente que, empleado de esta manera el nitrato en el cultivo del trigo, se obtienen tan buenos resultados como con el sulfato amónico. Esto debe tenerse presente cuando el precio de esta sal aumenta considerablemente, y es preciso incorporar a la tierra abonos nitrogena-



Fig. 35.—Acción del nitrato en el trigo.

dos. El precio a que resulta el nitrógeno es un dato a que debe atenerse el cultivador.

La facilidad con que el agua arrastra el nitrato sódico hacia el subsuelo, abrevia su acción. Es el abono anual por excelencia. Como las raíces lo absorben sin modificación alguna, conviene a todos los suelos. En las tierras fuertes deben evitarse las dosis elevadas, porque aumenta en gran manera su compacticidad. En las tierras ligeras, demasiado porosas, han de fraccionarse irremisiblemente las estercola-

duras. De todos modos, debe recordarse que el nitrato disminuye la permeabilidad y mantiene las tierras más frescas. Una tierra abonada con nitrato no se deseca tanto en tiempo seco y retiene más agua en tiempo húmedo (fig. 35).

Hoy día nadie duda de la eficacia del nitrógeno sódico como abono para el cultivo de todas las plantas menos para las leguminosas. No es difícil demostrar su eficacia agrícola, porque hay documentos que lo atestiguan. Los interesantes y prolongados experimentos de Lawes y Gilbert corroboran la verdad de lo expuesto anteriormente.

	Rendimiento por hectárea	
	Grano Hectolitros	Paja Quintales
1. ^o Trigo. Promedio de veinte años:		
Sin abono	13'02	17'42
Nitrato sódico	23'35	35'46
Efecto del nitrato.	10'33	18'04
2. ^o Cebada. Promedio de veinte años:		
Sin abono	17'96	14'75
Nitrato sódico	33'26	27'78
Efecto del nitrato.	15'30	13'03
3. ^o Avena. Promedio de cinco años:		
Sin abono	17'84	13'02
Nitrato sódico	42'32	34'52
Efecto del nitrato.	24'48	21'50
4. ^o Prado natural. Promedio de quince años:		Heno quintales
Sin abono		27'71
Nitrato sódico		72'50
Efecto del nitrato.		44'79

En el campo experimental de Cloches, donde durante diez años consecutivos, con la cooperación de nuestro excelente amigo Oscar Benoist, estudiamos la acción de los abonos en un suelo abundante en limos de estiércol en los principales cultivos de nuestra región, obtuvimos resultados que, aunque poco notables, fueron satisfactorios, sobre todo si se tiene en cuenta que nuestro suelo estaba muy provisto de nitrógeno:

	Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales
1.º Trigo (ocho cosechas):		
Abono completo a base de nitrato	7'10	13'30
Abono sin nitrógeno.	4'60	6'00
Efectos del nitrato	<u>2'50</u>	<u>7'30</u>
2.º Avena (diez cosechas):		
Abono completo a base de nitrato	4'82	13'45
Abono sin nitrógeno.	2'00	5'27
Efectos del nitrato	<u>2'82</u>	<u>8'18</u>
3.º Cebada (dos cosechas):		
Abono completo a base de nitrato	5'50	12'25
Sin abono	3'25	6'75
Efectos del nitrato	<u>2'25</u>	<u>5'50</u>
4.º Remolachas forrajeras (dos cosechas):		Quintales de raíces
Abono completo a base de nitrato		145'00
Sin nitrógeno		90'00
Efectos del nitrato		<u>55'00</u>
5.º Remolachas de azúcar (una cosecha):		
Abono completo a base de nitrato		181'60
Sin abono.		127'80
Efectos del nitrato		<u>53'80</u>
6.º Remolachas de semilla (dos cosechas):		
Abono completo a base de nitrato	5'36	>
Abono sin nitrógeno.	3'32	>
Efectos del nitrato	<u>2'04</u>	>
7.º Patatas (una cosecha):		Quintales de tubérculos
Abono completo a base de nitrato		109'00
Abono sin nitrógeno.		84'00
Efectos del nitrato		<u>25'00</u>
8.º Zanahorias forrajeras (una cosecha):		Raíces
Abono completo a base de nitrato		170'00
Abono sin nitrógeno.		150'00
Efectos del nitrato		<u>20'00</u>

En 1886, en nuestro campo de experiencias de Lucé, el nitrato sódico sólo produjo un aumento en el rendimiento de grano y paja, por lo que se refiere a la cebada, en las siguientes cantidades:

	Rendimiento por hectárea	
	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	22'5	37'1
Nitrato solo	28'5	55'3
Efectos del nitrato	6'0	18'2

El aumento fué de un 27 por 100 por lo que refiere al grano y de 49 por 100 por lo referente a la paja.

En 1888, en Pannes, en la propiedad de Masson, obtuvimos con la misma planta:

	Rendimiento por hectárea	
	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	23'3	31'9
Nitrato solo	32'8	43'0
Efectos del nitrato	9'5	11'1

En Sours, en la propiedad de Prévosteau, el mismo año comprobamos los resultados siguientes:

	Rendimiento por hectárea	
	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	28'0	23'0
Nitrato solo	34'0	30'0
Efectos del nitrato	6'0	3'0

En 1887, en Lucé, los resultados en el cultivo de la avena fueron los que siguen:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	9'00	20'55	»	»
Nitrato solo	17'25	35'00	8'25	14'95
Nitrato y superfosfato	22'80	34'95	13'80	14'95

Empleando 30 kilogramos de nitrógeno nítrico por hectárea, el aumento proporcional de grano fué del 92 por 100 y el de la paja un 75 por 100.

En el mismo cereal, en Sours, y en la propiedad de Prévoiseau, en 1888, cosechamos:

	Rendimiento por hectárea	
	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono.	27'0	27'0
Nitrato (200 kilogramos)	33'0	36'0
Efectos del nitrato	6'0	9'0

En fin, en Combres, en 1888-1889, el empleo del nitrato en el cultivo de la avena nos dió los rendimientos siguientes:

	Grano Quintales
Sin abono.	7'6
Nitrato (150 kilogramos)	13'1
Superfosfato (150 kilogramos)	11'1
Nitrato y superfosfato.	15'9

El nitrato solo produjo un aumento de cosecha de 5'5 quintales, o sea un 72 por 100.

En una pradera natural de Nogent-le-Rotrou, ensayamos la acción del nitrato sódico en la producción de heno en primera cosecha; 300 kilogramos de nitrato fueron esparcidos en una hectárea y obtuvimos los rendimientos siguientes:

	Quintales
Sin abono.	37'5
Nitrato.	60'0
Efectos del nitrato	22'5

Nitrato potásico

El nitrato potásico procede del tratamiento de materias salitrosas y de tierras nitrosas, o bien de la transformación del nitrato sódico, que es lo más corriente hoy día.

En estado de pureza, es una sal sólida, blanca, cristali-

zada en prismas de base romboidal, sabor picante y fresco y muy soluble en el agua. Crepita sobre ascuas. Es la combinación del ácido nítrico con la potasa, y contiene por cada 100 partes:

Acido nítrico	53·46
Potasa	46·54

El ácido contiene 13·86 de nitrógeno.

El nitrato puro no se emplea nunca como abono, a causa de su elevado precio. Por lo regular se recurre al nitrato en bruto. Esta sal actúa como un abono potente, que proporciona a la vez, a las plantas, nitrógeno y potasa asimilable. Los salitres brutos contienen, por lo regular, del 5 al 10 por 100 de impurezas, que algunas veces llegan al 15 y aun al 20 por 100, por lo que no debe adquirirse sin previo análisis, con garantía de su dosis mínima en nitrógeno y potasa. Por regla general, el nitrato potásico empleado como abono contiene:

Nitrógeno	12·3 a 13·7
Potasa	41·3 a 46·1

La dosis de nitrógeno de los buenos productos comerciales no debe bajar del 13 por 100, y en cuanto a la potasa ha de contener por lo menos el 44 por 100.

A causa de su elevado precio, se presta a mayores adulteraciones que el nitrato sódico. Se le mezcla con sal marina y sulfato sódico, cuyo precio es ínfimo. También se adultera con arena blanca, y a veces con nitrato sódico. Los falsificadores hábiles fabrican una mezcla de nitrato potásico, nitrato sódico y sulfato o cloruro potásico, que contiene poco más o menos las mismas cantidades de nitrógeno y potasa que el nitrato potásico legal. El análisis descubre fácilmente estas adulteraciones, dosificando el nitrógeno y la potasa y, en último caso, con análisis completo.

Hoy día el precio del nitrato potásico no excede del valor del nitrógeno y potasa que contiene, si se tiene en cuenta el precio corriente del nitrato sódico y de las sales potásicas

concentradas. Por lo tanto, no es económico su empleo ni debe recurrirse a él, salvo en casos especiales para el cultivo de hortalizas. Por otra parte, tiene el grave inconveniente de proporcionar una cantidad enorme de potasa en comparación de la de nitrógeno, y este exceso de potasa no puede utilizarse.

Ensayo del nitrato cálcico de Noruega

Los sabios noruegos Birkeland y Eyde han descubierto la manera de producir por medio de la electricidad, un nuevo abono nitrogenado, el nitrato cálcico, cuyo nitrógeno se extrae del aire atmosférico.

«En un horno vertical, de forma especial—dice sobre el particular Grandeau,—en cuyo eje se colocan unos potentes electroimanes, se hace pasar una corriente de aire (25 metros cúbicos por minuto) sobre la que actúan efluvios eléctricos de alta frecuencia. En la llama así obtenida se forman gases nitrosos (bióxido nítrico, etc.), que se escapan por un canal abductor periférico y de aquí van a un aparato especial donde completan la oxidación. El ácido nítrico así obtenido se diluye en una masa enorme de aire, y para condensarlo y recogerlo se hace circular esta masa de aire por hornos de mampostería (granito) cuyas dos terceras partes están llenas de fragmentos de cuarzo y por los que circula agua en sentido contrario al del gas. El agua retiene y disuelve el ácido nítrico formado.

»Cuando, por el contacto repetido del gas y el agua, la solución nítrica se concentra al 50 por 100 (50 kilogramos de ácido nítrico monohidratado por 100 kilogramos de agua), se recoge en cubas abiertas y se almacena provisionalmente hasta el momento de emplearlo en la fabricación del nitrato.

»Esta última operación se efectúa descomponiendo caliza en una solución nítrica y concentrando el líquido así obtenido mediante el calor sin aplicación en la fábrica. La cantidad de carbonato cálcico empleado ha de ser lo bastante para neutralizar la solución ácida, que se encuentra hasta un grado muy próximo a la saturación. La materia se vierte

entonces en toneles de palastro de 200 litros de capacidad aproximadamente, en donde se solidifica. El nitrato se expende en este estado o en polvo.

»La producción por kilovatio-año es de 550 kilogramos de ácido nítrico aproximadamente. 100 kilogramos de ácido nítrico (NO_3H) dan 170 kilogramos de nitrato cálcico con 13 por 100 de nitrógeno.

»La producción del ácido nítrico por medio de la electricidad sólo es económica con el auxilio de potentes fuerzas hidráulicas. Esta fabricación no tiene otros límites que los recursos de fuerza hidráulica del país en donde se instala. Las materias primas de fabricación son el aire, enteramente gratuito, y la caliza de precio ínfimo.»

El profesor Ph.-A. Guye calcula que en las fábricas de Nottoden resulta el nuevo abono a 1'25 francos el kilogramo de nitrógeno.

Gracias á la esplendidez de la Sociedad noruega de nitrógeno, pudimos hacer en 1907, con la cooperación de Ch. Egasse, de Arcevalliers, un ensayo de este producto y de otro análogo, el nitrato cálcico, comparándolo con el nitrato sódico.

Los productos que ensayamos tenían la siguiente composición:

	Nitrato cálcico	Nitrato cálcico
Agua.	7'40	22'50
Materias insolubles	0'40	0'60
Nitrato cálcico.	22'62 (1)	75'00 (1)
Nitrato cálcico.	46'70 (2)	0'60 (2)
Cal libre o carbonatada . .	16'70	0'50
Acido carbónico	2'39	0'22
Oxido de hierro y alúmina .	2'10	0'49
Magnesia	0'30	0'04
Sílice. etc.	1'39	0'05
Total.	100'00	100'00

	Nitrato cálcico	Nitrato cálcico
(1) Cuya cantidad de nitrógeno era de . .	3'86	12'797
(2) Cuya cantidad de nitrógeno era de . .	9'91	0'133
Total.	13'77	12'930

Estos nuevos abonos son, como el nitrato sódico, bastante delicuescentes, absorben la humedad del aire y se disuelven en ella.

Para evitar este inconveniente se venden en cajas de abeto cubiertas de papel o en toneles de abeto. De esta manera, en estado seco se conservan bien; si se ponen en sacos de tela se deshacen rápidamente.

En los ensayos efectuados con trigo de invierno y patatas, el trigo recibió en esparcimiento el 12 de abril cantidades de nitrato cálcico, nitrito cálcico y nitrato sódico que contenían exactamente 22 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Se reservó una parcela de 12 áreas para posterior comprobación. Las parcelas estercoladas median de 20 a 32 áreas cada una. Se obtuvieron las siguientes cantidades de grano:

	Por hectárea Quintales	Excedente Quintales
Parcela de comprobación.	20'0	»
Nitrato sódico.	23'0	3'00
— cálcico.	21'87	1'87
Nitrito cálcico.	21'67	1'67

Las patatas recibieron estercoladura en todo el campo. La parcela de comprobación media 10 áreas y las nitrificadas 30 áreas. La cantidad de nitrógeno proporcionado en forma nítrica, o bien en forma nitrosa, fué de 30 kilogramos por hectárea. Se abonó el 15 de junio.

La cosecha se efectuó el 1.º de octubre, y se obtuvieron los siguientes rendimientos:

	Rendimiento por hectárea Quintales	Excedente de cosecha Quintales
Parcela de comprobación.	180'00	»
Nitrato sódico.	216'67	36'67
— cálcico.	211'00	31'00
Nitrito cálcico.	209'33	29'33

El tiempo fué seco en 1906, y esta sequía restringió considerablemente el buen efecto del abono nitrogenado. Sin embargo, puede decirse que los nitratos y los nitritos de Noruega son abonos eficaces, aunque no tan ventajosos como

el nitrato sódico, tal vez por su acción en las propiedades físicas del suelo, inversa a la del nitrato chileno.

Este último favorece el ascenso del agua del subsuelo y disminuye la permeabilidad, mientras que el nitrato y el nítrito cálcico favorecen la permeabilidad, lo cual es un inconveniente en los años secos, pero una ventaja en los húmedos.

Por otra parte, Grandeau, en el Parque de los Príncipes, obtuvo los siguientes resultados empleando comparativamente los nitratos sódico y cálcico a la dosis de 45 kilogramos de nitrógeno por hectárea:

	Maíz forrajero		Patatas	
	Rendimiento Quintales	Excedentes Quintales	Rendimiento Quintales	Excedentes Quintales
Sin abono.	113·8	»	60	»
Nitrato sódico. . .	472	358·2	139	79
— cálcico . . .	460	346·2	156	96

En los experimentos realizados en la Estación agronómica de Halle (Alemania) el nitrato cálcico superó a las demás combinaciones nitrogenadas empleadas en el cultivo de la patata.

Convendría, por lo tanto, que se intensificara la fabricación de este producto para proporcionar a la agricultura un abono nitrogenado rival del nitrato de Chile.

V. — ABONOS FOSFATADOS COMERCIALES

Fosfatos óseos

Si la carne y la sangre de los animales, lo mismo que los pelos y las astas proporcionan importantes abonos nitrogenados, del propio modo su esqueleto nos suministra abonos fosfatados de primer orden. Antes de descubrirse los yacimientos de fosfatos minerales, no había otra fuente de este abono que los huesos y los residuos de su tratamiento industrial.

El peso del esqueleto de las diversas clases de animales puede computarse como sigue:

Animales bovinos	45 a 50 kilogramos
Terneros	6 a 7 —
Caballo	40 a 45 —
Cerdos	8 a 12 —
Carnero	4 a 5 —

Los huesos en bruto están constituidos por la combinación de materias orgánicas nitrogenadas y grasas, con sustancias minerales, entre las que prepondera el fosfato cálcico. La tabla siguiente da la composición de estos huesos en opinión de Berzélius, Boussingault y Chevreul:

	Huesos de		
	Buey por 100	Cerdo por 100	Pescado por 100
Fosfato cálcico	57'4	49'0	48'0
— magnésico	2'0	2'0	2'2
Carbonato cálcico	3'8	1'9	5'5
Sales alcalinas	3'5	0'5	0'6
Materias orgánicas y agua . .	33'3	46'6	43'7

El fosfato cálcico tribásico de los huesos contiene el 46'16 por 100 de ácido fosfórico, de manera que las dosis de esta sustancia en los huesos antes citados oscila entre el 23 y el 27 por 100. La materia orgánica de los huesos proporciona de 3'5 a 5 por 100 de su peso en nitrógeno.

Los huesos deben utilizarse cuidadosamente en las granjas. No sólo conviene aprovechar los residuales de las comidas, sino también los procedentes del descuartizamiento de las reses muertas. En ciertas circunstancias pueden comprarse ventajosamente en los muladares, donde se adquieren a 3 o 4 francos el quintal.

El único inconveniente es la dificultad de triturarlos, por la casi imposibilidad de triturar los huesos frescos naturales; pero una vez desengrasados por ebullición en agua, secados y ligeramente tostados, se colocan sobre la superficie de un horno cuya temperatura no ha de ser muy alta, para evitar pérdidas de nitrógeno, y después se pueden moler en tritu-

radores de dos cilindros dentados de bronce. El caldo que resulta después de hervidos está cargado de grasa y de gelatina, y puede emplearse en la nutrición de los cerdos o añadirlos al estiércol.

Pero lo más corriente es recurrir a la industria para comprar los abonos óseos en forma de polvos, cenizas, huesos degelatinados y negro animal.

Polvos de hueso.—El comercio proporciona al agricultor polvos de hueso de dos distintas procedencias. Unas veces provienen de fábricas especiales que se dedican a la pulverización de los huesos para la agricultura, y otras de las fábricas de botones y otros artículos de uso doméstico.

Sea cual sea la procedencia, puede haber diferencia de composición y, por lo tanto, no debe nunca comprarse sin dosis garantida, exigiendo además el correspondiente grado de pulverización, pues cuanto más fino es el polvo mayor es su eficacia,

He aquí la composición media de los buenos polvos comerciales:

Agua	10'0
Materias orgánicas	27'5
Fosfato cálcico	54'4
Carbonato cálcico y sales	5'4
Residuo insoluble	2'7

Al fosfato cálcico de este polvo le corresponde un 25 por 100 de ácido fosfórico, y la materia orgánica proporciona del 3 al 4 por 100 de nitrógeno.

Antes de que se utilizara el negro animal y se descubrieran los fosfatos naturales, los polvos de hueso eran, por su abundancia en fosfatos, el abono por excelencia de las tierras pobres en ácido fosfórico, de los páramos desfondados y de las tierras ácidas.

Hoy día los han substituído el negro animal y los fosfatos minerales, mucho más económicos. Pero si el polvo de huesos no es ya el abono esencial para el cultivo de los páramos, no deja de ser un excelente abono en el cultivo ordinario.

Es conveniente dejarlo fermentar durante algún tiempo

antes de emplearlo, y sobre todo cuanto más granuloso sea el polvo; pero deben tomarse ciertas precauciones para evitar pérdidas de nitrógeno. Al efecto, se mezclan los polvos de hueso con yeso cocido, en la proporción del 5 al 10 por 100 de su peso, y luego se añade un volumen igual al suyo de tierra fina. Se amontona la masa en un paraje resguardado de las lluvias y se riega con agua, y aun mejor con purín, el montón, que se remueve al cabo de ocho días y se mezcla bien antes de emplearlo.

El polvo de huesos da muy buenos resultados en el cultivo de los cereales, a la dosis de 500 a 600 kilogramos por hectárea, enterrado en el momento de la siembra.

En los prados, a la dosis de 200 a 500 kilogramos por hectárea, mejora mucho en primavera la calidad y cantidad de la hierba.

En Inglaterra se emplea con mucho éxito en el cultivo de los nabos y rábanos. Se esparcen al sembrar hasta 12 o 15 quintales por hectárea.

Mezclado con estiércol produce bonisimos efectos, pues acrecienta la valia del estiércol e impide el agotamiento del fosfato de las tierras.

Es preciso enterrar el polvo de huesos por medio de una labor ligera o al menos escarificar o rastrillar enérgicamente. Esto es tanto más necesario cuanto más ligera y expuesta a sequedad sea la tierra. Se ha de enterrar mucho antes de la siembra, y en otoño para los cultivos de primavera.

Cenizas de hueso — En las Pampas de América del Sur, al pie de la cordillera de los Andes, hay yacimientos de huesos de rumiantes, acumulados desde remotísimos tiempos. Están enterrados en un limo rojizo, y se explotan para la exportación. Las materias óseas se carbonizan, y después de molidas se exportan principalmente por el puerto de Montevideo con el nombre de *cenizas de hueso*.

En opinión de Bobierre, se componen de:

Carbón y materias orgánicas	3'0 a 3'5
Residuos silíceos	21'0 a 8'5
Fosfatos cálcico y magnésico	66'0 a 78'2
Carbonato cálcico, etc.	10'0 a 9'8

Wölker les asigna por término medio 73 por 100 de fosfato cálcico. Estas cenizas de hueso deben comprarse previo análisis, porque muy a menudo se las adultera con notable cantidad de materias extrañas. Pueden emplearse directamente en la estercoladura de las tierras o bien después de transformadas en superfosfatos.

Huesos desglatinados — La industria trata los huesos en autoclaves por presión de vapor de agua, para preparar la gelatina y la cola. Las materias orgánicas se disuelven casi completamente y quedan separadas las grasas. El residuo de esta operación es casi exclusivamente fosfato cálcico. Los huesos tratados de esta manera son más quebradizos. Se pulverizan con muelas verticales idénticas a las de molino aceitero.

La composición de los huesos desglatinados varía algo, siendo aproximadamente la siguiente:

Agua	6'0 a 12'0 por 100
Fosfato cálcico	60'0 a 70'0 —
Nitrógeno	0'9 a 1'8 —

Los polvos de hueso desglatinado se venden generalmente con garantía del 60 al 65 por 100 de fosfato, que corresponde al 27'5 o 29'8 de ácido fosfórico. Los variantes de composición que se notan en estos productos casi siempre proceden de la mayor o menor cantidad de agua que retienen.

Se han falsificado los polvos de hueso desglatinado mezclándolos con yeso, caliza o fosfatos naturales pulverizados. El análisis químico descubre estas adulteraciones.

La mayor parte de los huesos desglatinados que se producen en Francia se emplean en la fabricación de los superfosfatos de hueso, de los cuales hablaremos más adelante.

Negro animal. — Entre los abonos procedentes de los huesos, está el negro animal, que durante mucho tiempo fué el más importante. Se obtiene calcinando los huesos en vasijas cerradas. Se forma así un carbón negro y esponjoso, empleado en la decoloración de varios productos industriales. Los fabricantes de azúcar lo emplean para decolorar los jarabes, y los refinadores para clarificar los azúcares. Des-

pués de haber prestado todos los servicios posibles a la industria, se vende el negro animal como abono a los agricultores. Su empleo estimuló el cultivo de los páramos.

Desde el punto de vista de su utilidad agrícola, los negros se dividen en dos clases:

1.º Los *negros de refineries*, que, mojados, forman una pasta grasienta al tacto y, secos, un polvillo homogéneo. En estado seco contienen:

	Fosfato cálcico
Negro de las refineries de Nantes. . .	55 a 66 por 100
— — — de Marsella . . .	65 a 69 —
— — — del Havre . . .	45 a 50 —
— — — de Burdeos . . .	65 a 67 —

Por término medio, el negro de refinaria del comercio contiene de 32 a 38 por 100 de agua. Un hectolitro pesa por término medio 85 kilogramos. Además del fosfato, contienen del 1 al 3 por 100 de nitrógeno.

La variedad de composición de los negros de refinaria y las numerosas adulteraciones de que son objeto, obliga a no comprarlos sin garantía de análisis. La naturaleza de estos productos permite la mezcla de multitud de sustancias extrañas, tales como el polvillo de turba, los polvos de carbón, arcilla negra pulverizada, etc. También se han mezclado fosfatos naturales ennegrecidos. Andouard, director de la Estación agronómica de Nantes, nos da el siguiente análisis de un producto vendido como negro animal en Bretaña:

Fosfato cálcico	0·0
Materias carbonosas y orgánicas	67·2
Carbonato cálcico	13·2
Arena	11·5
Aluminio y hierro	8·1

2.º Los *negros de las azucarerías* que han servido para decolorar jarabes, se presentan en forma de granos más o menos gruesos. No contienen cantidad apreciable de nitrógeno. El hectolitro pesa aproximadamente 100 kilogramos.

Se componen de:

Fosfato cálcico.	65 a 75 por 100
Carbonato cálcico	15 a 25 —
Agua.	5 a 10 —

Lo mismo que el negro de refineries, está sujeto a adulteraciones. Se mezcla muy a menudo con arena, esquistos, yeso y cenizas. Pétermann descubrió una adulteración muy frecuente en Bélgica, que consistía en mezclar con el negro de azucarerías el residuo del lavado de las vinazas calcinadas que forman una masa negra pulverulenta con el 1'5 por 100 de ácido fosfórico y el 3'5 por 100 de potasa. Este producto contiene cianuros, y es perjudicial a la vegetación. Hoy día ha disminuido mucho la producción de los negros de azucarerías para abono, a causa de la variación en los procedimientos de clarificar los zumos.

La acción de estas dos clases de negros no es idéntica, porque su valor fertilizante es distinto.

Los negros nitrogenados o negros de refineries convienen muy bien a las tierras viejas agotadas, areno-arcillosas, si se emplean en dosis de 5 a 10 hectolitros por hectárea.

Cuando el terreno está inculto no hace falta el nitrógeno, al contrario, pues la tierra suele ser por lo regular muy abundante en materia orgánica o mantillo, que proporcionará el nitrógeno en cantidad suficiente para la asimilación de los fosfatos. En estos casos, son preferibles los negros de azucarería. En las tierras pobres en mantillo se han de preferir los negros nitrogenados, y lo mismo si el erial o páramo es pobre en mantillo; pero en los que éste abunde debe emplearse el negro de azucarería.

Cuando se emplea el negro en los eriales no se ha de encalar ni enmargar la tierra, porque se anularía el efecto del negro destruyendo completamente la acidez del suelo, que solubiliza el fosfato cálcico.

Para cultivar un páramo se empieza por mullir el suelo y esparcir a voleo o con la siembra negros en polvo abundantes en fosfatos a razón de 5 a 6 hectolitros por hectárea. Los primeros cultivos han de ser de centeno y avena. Se estercolan tres o cuatro cosechas consecutivas con negro, y después se encalan o bien se enmargan las tierras, se da una

estercoladura de estiércol de granja y entonces se cultivan como de costumbre en las tierras viejas.

En cualquiera otra circunstancia, se ha de mezclar el negro con estiércol de granja o bien con purín, para que la fermentación del estiércol lo disgregue y acreciente su acción.

Fosfatos minerales

Los fosfatos minerales presentan muy variadas formas en el yacimiento, entre ellas las apatitas, fosforitas, arenas fosfatadas y los nódulos o pseudocoprolitas, que suelen ir acompañados de fosfato en la roca.

Según Armando Gautier (1) su origen es el siguiente:

«Los más antiguos yacen en las rocas ígneas, en las basálticas, así como en las graníticas y los gneis en forma de cristales de apatita. Su primer origen son los fosfuros metálicos del núcleo central; y aunque en las rocas volcánicas su proporción sólo sea de 0·5 a 3 y 4 por 100, les dan mucha fertilidad.

»La segunda categoría de fosfatos es de origen hidromineral, o por lo menos se encuentran en las fallas de los terrenos primitivos, recorridos en otro tiempo por emanaciones de origen profundo, o en capas lamidas por las aguas termales. Tales son las apatitas de los sifones de terrenos cristalinos, acompañadas a veces de cuarzo, fluorina y casiterita, así como también los fosfatos cristalizados que se encuentran en las fallas de los más antiguos terrenos estratificados (apatitas de los esquistos de Extremadura y del devoniano en Nassau). Además de estos fosfatos, conviene señalar lo que, según ha demostrado Daubrée, depositaron las aguas termales en forma de cintas concrecionadas en los terrenos jurásicos, cretáceos y terciarios, y en Francia, particularmente en Lot y Corrèze. Estos fosfatos, lo mismo que los precedentes, son de difícil asimilación para las plantas a causa de su compacticidad, y carecen también de materia orgánica y nitrógeno.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1893, p. 1271.

»La tercera especie de fosfatos, las verdaderas fosforitas, se encuentran unas veces en forma de concreciones roquizas mates, de aspecto correoso, grisáceas, amarillentas o incoloras; otras son de consistencia farinácea, desmenuzables, porosas, poco homogéneas y muy a menudo mezcladas con sulfato y carbonato cálcicos. Estas son las fosforitas de más reciente formación. Hay otras que aparecen en forma de arenas diseminadas por los bancos calcáreos o aglomerados en los agujeros o cavidades irregulares, abiertas por la acción corrosiva de la caliza. También las hay en estado de nódulos bastante ligeros, de fácil pulverización, separados o no de la roca. En todas estas fosforitas se descubren muchas veces a simple vista, o si no con el microscopio, numerosos restos fósiles, despojos de osamentas, escamas y espinas de peces y reptiles, por lo que, de estos residuos de materia orgánica, se infiere su origen animal o vegetal.

»Tales son las fosforitas del Soma, Quercy, Berry, Ardenas, Boulonnais y Mon, en Francia.»

Apatitas. — La apatita es un mineral cristalino formado por la combinación del fosfato cálcico con el fluoruro y cloruro también cálcicos, mezclados con variable cantidad de sílice, óxido de hierro y carbonato cálcico. Cristaliza en prismas exagonales de estructura vidriosa y desigual. Su densidad se aproxima a 3'25, es muy dura, de color verdoso y algunas veces violado, muy a menudo de aspecto lechoso. A consecuencia de su estructura cristalina, resiste a los reactivos débiles, y su eficacia en el suelo es insignificante. Puede decirse que se emplea exclusivamente para la fabricación de los superfosfatos.

Forma montones o filones, por lo regular muy considerables en los terrenos primitivos, y los principales yacimientos se encuentran en Nassau (Alemania); en Logrosan, Cáceres y Murcia (España), y en la provincia de Alemtejo (Portugal), en el norte de la península escandinava, en el Canadá y la Florida.

Los fosfatos de esta naturaleza abundan por lo regular en ácido fosfórico. Wölcker nos da los siguientes análisis de las apatitas de Nassau:

	I	II
Fosfato cálcico	79'0	63'0
Carbonato cálcico	4'2	4'7
Oxido de hierro y alúmina	4'0	7'2
Fluor	2'9	4'9
Sílice	2'6	16'0

En opinión del mismo autor, contienen como término medio del 58 al 79 por 100 de fosfato cálcico.

Las apatitas de España, de la mina Seguridad, contienen:

Fosfato cálcico	89'7
Carbonato cálcico	0'0
Sílice	1'9
Alúmina y óxido de hierro.	2'5
Fluoruro cálcico	5'4

Pétermann tuvo ocasión de analizar el cargamento de varios buques arribados a los puertos de Bélgica y asigna a las apatitas españolas del 27'6 al 33'1 por 100 de ácido fosfórico, en un 60'2 al 72'3 por 100 de fosfato cálcico.

Según Wölcker, los fosfatos de España exportados a Inglaterra contenían del 33 al 34 por 100 de ácido fosfórico, en el 74 por 100 de fosfato cálcico. Sin embargo, algunas veces encontró muestras con sólo el 20 al 30 por 100 de ácido fosfórico, y otras que llegaban hasta el 40 por 100.

Los fosfatos de Murcia, descubiertos por don Ramón Torres Muñoz de Luna, catedrático que fué de química general en la Universidad de Madrid, tienen la siguiente composición:

Fosfato cálcico	45'0	por 100
Carbonato cálcico	11'0	—
Fluoruro cálcico	0'5	—
Oxido de hierro.	5'5	—
Sílice	38'5	—

Las apatitas de Noruega son muy abundantes en fosfatos. Pétermann les asigna el 39'4 por 100 de ácido fosfórico, en 86 por 100 de fosfato cálcico, con muy poca cantidad de sílice y casi nada de carbonato ni de fluoruro cálcicos. Wölcker encontró del 41 al 42 por 100 de ácido fosfórico. Por lo

tanto, estas apatitas son muy puras y convendría emplearlas en la fabricación de los superfosfatos, si los gastos de transporte no recargaran mucho su coste.

Las apatitas del Canadá contienen del 70 al 75 por 100 de fosfato cálcico, sin carbonato y tan sólo con una corta cantidad de óxido de hierro; pero abundan en fluoruro. He aquí el análisis de Wolf:

Agua	0.2
Acido fosfórico	37.0
Cal	51.5
Magnesia	0.5
Acido sulfúrico	1.8
Fluor y cloro	3.1
Sílice y arena	4.7
Oxido de hierro y alúmina.	1.1

El fosfato rocoso de la Florida, llamado allí *rocadura*, es duro y compacto, de grano fino y homogéneo, con el 36 por 100 de ácido fosfórico, en 78.5 por 100 de sulfato cálcico tribásico.

Fosfatos minerales amorfos. — En Francia abundan los depósitos de fosfatos amorfos, o sean las fosforitas, pseudocoprolitas o nódulos fosfatados y fosfatos arenosos.

Los yacimientos del Lot y del Tarn-Garona están constituidos por fosforitas de forma apezonada en capas concéntricas, blanquecinas, ligeramente amarillentas o rojizas. Antiguamente se explotaban fosforitas que contenían hasta 70 y 83 por 100 de fosfato cálcico. Damos, como ejemplo, el análisis de uno de estos fosfatos, según Wölcker:

Agua	4.30	por 100
Acido fosfórico	35.31	—
Cal	47.81	—
Magnesia.	0.12	—
Oxido de hierro y alúmina.	2.80	—
Fluor	0.89	—
Acido carbónico	5.06	—
— sulfúrico	0.64	—
Arena	2.37	—

Los 35'51 por 100 de ácido fosfórico corresponden al 77'52 por 100 de fosfato cálcico tribásico, y el 5'06 de ácido carbónico dan 11'50 por 100 de carbonato cálcico.

Hoy día se han extraído ya las porciones más abundantes en fosfato, y los productos que actualmente se benefician sólo contienen el 45 por 100 de fosfato cálcico, aunque son más abundantes en sesquióxidos de hierro y aluminio y por consiguiente menos a propósito para la fabricación de superfosfatos. Estas fosforitas suelen contener algo de yoduro y también osamentas fósiles.

Existen igualmente yacimientos de fosforita en el departamento del Gard. Los depósitos están diseminados en cavidades en medio de la caliza, y son de color blanco amarillento, con vetas de varios matices. En el departamento de Hérault hay algunas masas de fosfato de alúmina.

Los yacimientos de pseudocropolitas o nódulos fosfatados se encuentran principalmente en el límite de los terrenos cretáceos y jurásicos, en la capa de asperones verdes, diseminados por la zona que desde el Boloniado pasa por las Ardenas, Mosa, Marne superior, Yona, Cher, Vierina, Indra y Loira, Maine-Loira, Sarthe y Calvados.

El color de los nódulos de los asperones verdes varía del gris al verde sucio, que algunas veces llega a negro.

Puede atribuirse, por término medio, según análisis de Wöleker, la siguiente composición a los fosfatos del Boloniado:

Agua	3'40
Acido fosfórico	20'50
Cal.	32'40
Magnesia	0'50
Sesquióxido de hierro	4'50
Alúmina.	4'70
Acido carbónico.	4'80
— sulfúrico	0'80
Fluor y pérdidas	3'40
Arena, etc.	25'00

El ácido fosfórico corresponde a 44'7 por 100 de fosfato cálcico tribásico, y el ácido carbónico a 10'9 por 100 de carbonato cálcico.

Los fosfatos de las Ardenas y del Mosa se explotan en gran escala, y las gentes del país dan a los nódulos el nombre de *coquins*. El espesor medio de las capas situadas en las arenas verdes varía entre 15 y 18 centímetros, y la profundidad del yacimiento no pasa de 3 metros. La explotación se hace al aire libre. La composición de estos fosfatos es poco más o menos la siguiente:

Fosfato cálcico.	35 a 50 por 100
Carbonato cálcico	4 a 10 —
Oxido de hierro y alúmina.	5 a 15 —
Arena, etc.	28 a 40 —

Como ejemplo, damos a continuación el análisis completo de un fosfato de las Ardenas y de un fosfato del Mosa, según Delattre:

	Ardenas	Mosa
Agua	2'20	1'90
Materias volátiles al rojo	4'55	5'05
Acido fosfórico.	19'57	18'74
— sulfúrico.	0'85	1'20
— carbónico	5'80	4'80
Fluor	1'66	1'48
Cal	31'81	29'23
Magnesia	0'36	0'39
Alúmina	3'36	2'57
Oxido de hierro	4'39	5'46

La proporción relativa de cal y ácido fosfórico que contienen estos fosfatos, permite establecer que una parte de su ácido fosfórico se encuentra combinado con óxido de hierro y alúmina.

Los fosfatos del Mosa y las Ardenas, después de muy finamente molidos, se emplean directamente en la estercoladura de las tierras graníticas y ácidas. En estas condiciones tienen considerable asimilación, por lo que algunos industriales poco escrupulosos los mezclan con otros fosfatos para venderlos en Bretaña. Por lo tanto, conviene precaver a los agricultores contra los fraudes.

Los yacimientos del Marne, Aube y Yona son poco im-

portantes. Los últimos contienen del 14 al 18 por 100 de ácido fosfórico. Los del Cher, 38 por 100 de fosfato tribásico.

Fuera del recinto de la cuenca parisiense, hay en los mismos terrenos geológicos varios yacimientos de nódulos en el este y sudeste de Francia. En el Ain, cerca de Bellegarde, la mayor parte de los nódulos están en forma de



Fig. 36.—Mina de fosfato en Túnez.

fósiles, sobre todo de erizos de mar, grifos y amonitas, mezclados con bastante cantidad de arena verde. Contienen del 38 al 70 por 100 de fosfato y de 17 al 35 por 100 de carbonato cálcico.

En el Ardeche, en Viviers, se encuentran en los asperones verdes nódulos con el 48 por 100 de fosfato y 5 por 100 de carbonato cálcico. En el Drôme, que se halla en el mismo terreno geológico, se explotan también yacimientos de fosfatos que contienen del 47 al 57 por 100 de fosfato cálcico

tribásico, y muy raras veces más del 5 por 100 de carbonato cálcico, 5 por 100 de sesquióxidos de hierro y alúmina y del 30 al 35 por 100 de arena.

En determinados puntos del departamento de Gard, se encuentran nódulos bastante tiernos en capas de 10 a 12 centímetros de espesor, con el 40 al 45 por 100 de fosfato, el 5 por 100 de carbonato cálcico y del 3 al 4 por 100 de sesquióxidos, además de un 30 a 40 por 100 de arena.

También se encuentran fosfatos minerales en la base del terreno jurásico, de los departamentos de los Vosgos, en la Sierra de Oro, en el Saona Superior y el Indra.

En fin, en las colonias francesas del norte de Africa hay muy importantes yacimientos de fosfatos. Así, por ejemplo, en Gaisa, al sur de Túnez (fig. 36) hay un dilatado yacimiento de fosfatos en explotación, que comunica por ferrocarril con el puerto de Sfax. Contienen del 56 al 60 por 100 de fosfato cálcico tribásico.

En el centro de Túnez, en la frontera de Argelia y en el interior de este país, están los yacimientos de Nassor-Allah, Añ-Merota, Djebel-Jauda, cuyos nódulos contienen del 60 al 70 por 100 de fosfato cálcico.

También existen en las cercanías de Sukarhas, al norte de la provincia de Constantina, en Ued Merire, otros yacimientos de nódulos que contienen del 60 al 70 por 100 de fosfato.

Los Estados Unidos poseen asimismo importantes yacimientos de fosforitas y nódulos, entre ellos los de la Carolina del Sur, Tennessee y Florida, con el 60 al 70 por 100 de fosfato cálcico tribásico.

Fosfatos arenosos. — Los fosfatos arenosos o arenas fosfatadas, se encuentran en cavidades en la parte superior de la creta belemnita, en el límite de los departamentos del Soma y del Paso de Calais, sobre todo en Beauval, Hallencourt y Orville, con variable espesor que algunas veces llega a 10 o 12 metros, y están recubiertas de arcilla silicatada.

La variedad blanca contiene del 80 al 85 por 100 de fosfato cálcico. La amarilla, teñida de colorado por una fuerte proporción de óxido de hierro, no contiene más del 60 al 70

por 100, y la rojiza, más abundante aún en óxido de hierro, sólo contiene el 50 por 100 de fosfato cálcico tribásico.

Estas arenas fosfatadas se desecan y pulverizan para emplearlas principalmente en la fabricación de superfosfatos. Por su compacticidad no pueden aprovecharse en estado natural.

He aquí el análisis de un fosfato de Beauval:

Acido fosfórico	36'8
Cal	53'9
Acido carbónico :	2'4
Fluor	1'9
Acido sulfúrico	0'9
Oxido de hierro	0'6
Alúmina	0'4
Magnesia.	0'2
Sílice	0'5
Materias orgánicas, etc.	2'4

El fosfato de Orville contiene del 21 al 34 por 100 de ácido fosfórico.

La creta en que se encuentran las cavidades fosfatadas contiene ya de por sí suficiente ácido fosfórico. Para permitir su beneficio se la tritura y luego se lava para extraer el carbonato cálcico menos denso que el fosfato arenoso. De cretas que en estado natural sólo contienen el 23 por 100 de fosfato, se pueden obtener por este procedimiento fosfatos con el 46 al 53 por 100 de fosfato tribásico.

Los fosfatos de Ciply (Bélgica) son análogos a la creta fosfatada.

Fosfato aluminico. — En las islas de Redonda, Alta-Vela, Sombrero, Navassa, en las Antillas, y en el islote del Gran Condestable, frente a Cayena, se encuentran importantes yacimientos de fosfato aluminico, con vestigios de cal. Se emplean generalmente para fabricar alumbre y el ácido fosfórico queda como residuo.

El siguiente análisis de fosfato aluminico lo debemos al señor Andouard, director de la Estación agronómica de Nantes:

Acido fosfórico	39'10 por 100
— silíceo	1'70 —
— sulfúrico	0'06 —
— carbónico	Vestigios
Cloro	Vestigios
Alúmina	25'59 —
Oxido de hierro	8'03 —
Cal	1'40 —
Magnesia	Vestigios
Agua volátil al rojo	23'74 —
Pérdidas	0'38 —
Total.	<hr/> 100'00 por 100

Los fosfatos de Redonda contienen del 20 al 30 por 100 de ácido fosfórico; los de Alta-Vela, el 22 por 100; los de Sombrero y Navassa, el 31 por 100.

El fosfato de estos productos es muy soluble en el citrato amónico alcalino, pero insoluble en los ácidos débiles y muy especialmente en el ácido cítrico al 5 por 100. Hasta hoy se habían empleado especialmente para adulterar las escorias de defosforización y fosfatos precipitados; pero estas adulteraciones son ya fáciles de descubrir por el análisis fundado en la insolubilidad del fosfato aluminico en el ácido cítrico y su solubilidad en el citrato.

En cuanto a la asimilación de estos fosfatos por los vegetales, hay contradictorias opiniones. Según Andouard, que experimentó en macetas con tierra artificial, son muy asimilables. En cambio, Grandeau, apoyado en observaciones hechas en Inglaterra, les niega toda eficacia agrícola. Por nuestra parte no afirmamos ni negamos por no haber estudiado la acción cultural de este producto.

Escorias de defosforización

Las escorias de defosforización son residuos de las fábricas de hierro y acero, y se llaman así porque resultan de eliminar del metal el fósforo que aun en la dosis del 0'25 por 100 los hacía quebradizos en frío. Gracias al procedimiento básico de Tomás Gilchrist, se elimina fácilmente el fósforo y se fabrica el acero con mucha mayor economía que antes.

Para defosforar el hierro fundido se emplea un convertidor Bessemer, que es un recipiente en forma de pera, abierto por la parte superior y oscilante sobre un eje horizontal. El fondo del convertidor está agujereado como una criba, y las paredes revestidas de piedra de cal. Se introduce el

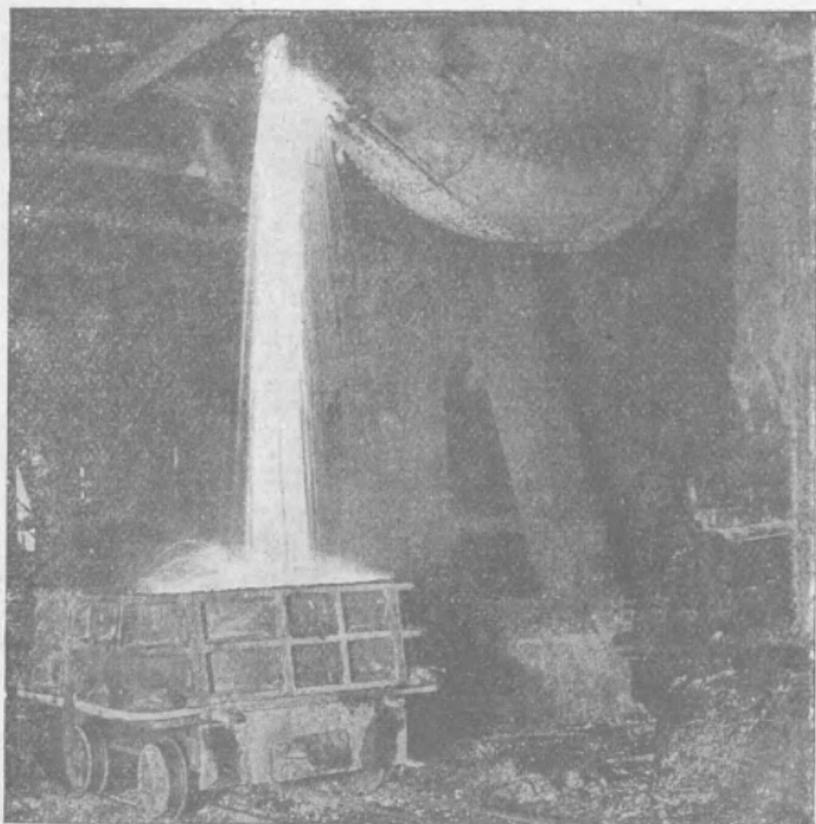


Fig. 37.— Convertidor Bessemer. Derrame de las escorias de defosforización.

hierro fundido mezclado con el 20 por 100 de cal viva, y después por medio de ventiladores muy potentes se proyecta en el fondo perforado una violenta corriente de aire que atraviesa la masa fundida. El oxígeno del aire a la temperatura de 1,800 a 2,000° oxida el manganeso, la sílice, el carbono y el fósforo, que se transforma en ácido fosfórico, y éste se combina con la cal añadida al hierro fundido y con

la de la pared del convertidor, y el fosfato cálcico resultante espumea en escoria con el óxido de manganeso, la sílice y el óxido de hierro, en la superficie del metal fundido. A los quince minutos, poco más o menos, termina la operación; se ladea el convertidor (fig. 37) y se recogen las escorias en vagonetas para transportarlas al montón de residuos. Forman una masa negra llena de esponjosidades y mezclada con partículas de hierro. Su densidad excede de 2'8. Para utilizarlas como abonos se muelen las escorias en aparatos cerrados a fin de que el operario no absorba el polvillo, que es muy nocivo, porque las aristas de sílice lesionan los pulmones. Por lo tanto, recomendamos que se esparzan las escorias por medio de un distribuidor de abonos como el de la figura 38. Las escorias molidas se ciernen después con mucha homogeneidad y finura, de modo que pasan en proporción del 75 al 96 por 100 por tamiz n.º 100. En esta forma se expende para usos agrícolas.

El contenido de ácido fosfórico depende del de la fundición y del funcionamiento de los aparatos. Grandeaun dió los límites en que varía la composición de las escorias:

Acido fosfórico	8'0 a 24'0 por 100
Cal.	34'0 a 55'0 —
Magnesia	3'0 a 20'0 —
Sílice	3'0 a 15'0 —
Protóxido de manganeso	4'0 a 8'0 —
de hierro	12'0 a 22'0 —
Azufre	0'2 a 0'6 —
Alúmina.	1'0 a 12'0 —

Desde el punto de vista agrícola, el ácido fosfórico es el elemento esencial de estas escorias, y de la cantidad que de él contengan depende su precio. Sin embargo, también debe estimarse su gran proporción de cal viva, que acrecienta la eficacia de las escorias en los suelos arcillosos y arenosos pobres en caliza. Asimismo, en ciertos suelos, la magnesia que proporcionan puede influir favorablemente en la producción del grano.

El fosfato de las escorias es de naturaleza particular. Se engendra a la temperatura de 1,800 a 2,000º, y difiere del

fosfato tricálcico de los huesos y de los fosfatos minerales, como lo demuestra la composición de las geodas que se encuentran en las escorias enfriadas lentamente y cubiertas de agujas cristalinas o láminas romboédricas transparentes, de color de topacio ahumado o azul claro. El análisis de estos cristales les da la siguiente composición:

Acido fosfórico	38'75
Cal	61'25
Total.	<u>100'00</u>

Por lo tanto, tenemos un fosfato tetracálcico constituido por la combinación de un equivalente de ácido fosfórico y cuatro de cal. Este fosfato es muy soluble en el ácido cítrico

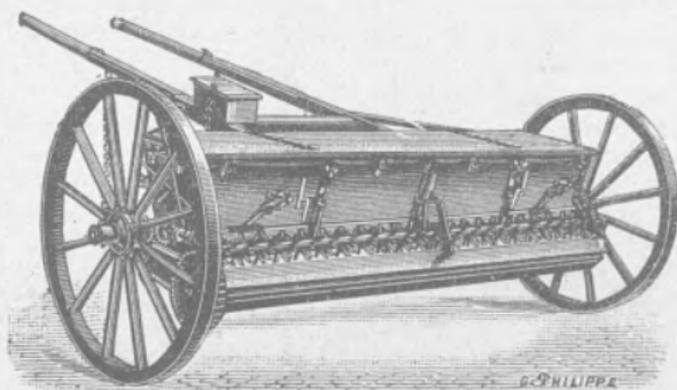


Fig. 38.—Distribuidor de abonos sistema Bois-Renoult (Dumaine).

al 5 por 100 y en el citrato ácido de Wagner, con el 1'5 por 100 de ácido cítrico libre. El citrato alcalino lo disuelve en proporción bastante más inferior.

Este fosfato particular parece que se encuentra en la escoria combinado con el silicato de cal en forma de silico-fosfato. Esta naturaleza especial del fosfato de las escorias y su gran solubilidad en los ácidos débiles, dan a entender por qué estos residuos metalúrgicos, como demostraremos más adelante prácticamente, son más eficaces que los fostatos naturales.

Por lo que se refiere a su compra, los agricultores deben

exigir la garantía de una tasa mínima de ácido fosfórico y, además, un grado de fineza que sea por lo menos de 75 a 80 por 100 en el tamiz n.º 100. No estaría de más exigir que casi la totalidad del ácido fosfórico que contenga sea soluble en el ácido cítrico al 5 por 100, para evitar adulteraciones con fosfatos minerales y fosfato de Redonda. Sin embargo, la mezcla de estos productos con las escorias se reconoce fácilmente por medio del bromoformo, pues a causa de su gran densidad el polvo de las escorias cae en el fondo del líquido, mientras que los fosfatos flotan en la superficie.

Para terminar, damos la composición de cierto número de fosfatos que expende el comercio:

1.º Escorias de Jœuf (*Meurthe-Moselle*)

Sílice	7.8	por 100
Acido fosfórico	14.5	—
Cal.	54.5	—
Magnesia	4.4	—
Alúmina.	0.7	—
Peróxido de hierro	14.5	—
Protóxido de manganeso	4.2	—
Grado de finura en el tamiz n.º 100	85.0	—

2.º Escorias de Valenciennes

Sílice	12.6	—
Acido fosfórico	17.8	—
Cal.	47.3	—
Magnesia	3.3	—
Alúmina.	2.2	—
Peróxido de hierro	14.4	—
Protóxido de manganeso	3.6	—
Grado de finura en el tamiz n.º 100	85.0	—

3.º Escorias de la Lorena alemana

Sílice	7.3	—
Acido fosfórico	14.8	—
Cal.	51.3	—
Magnesia	4.4	—
Alúmina.	0.6	—
Peróxido de hierro	15.9	—
Protóxido de manganeso	4.8	—
Grado de finura en el tamiz n.º 100	93.0	—

4.^o *Escorias de Creusot*

Sílice	7·8	por 100
Acido fosfórico	14·9	—
Cal.	52·0	—
Magnesia	3·0	—
Peróxido de hierro	16·4	—
Manganeso, alúmina, etc	5·8	—

5.^o *Escorias del Alto Marne*

Sílice	13·2	—
Acido fosfórico	8·6	—
Cal.	35·7	—
Magnesia	19·3	—
Alúmina.	3·2	—
Peróxido de hierro	19·6	—
Protóxido de manganeso	7·4	—
Grado de finura en el tamiz n. ^o 100	72·0	—

6.^o *Escorias de Morbihan*

Sílice	14·6	—
Acido fosfórico	11·3	—
Cal.	36·5	—
Magnesia	8·5	—
Alúmina.	3·6	—
Peróxido de hierro	19·6	—
Protóxido de manganeso	9·9	—
Grado de finura en el tamiz n. ^o 100	96·0	—

Los resultados precedentes representan el término medio de los análisis de Aubin y de Paturel referentes a los números 1, 2, 3, 5 y 6.

Superfosfatos

En todos los fosfatos que acabamos de estudiar, excepto el aluminico y los de las escorias, el ácido fosfórico se encuentra en estado de combinación tricálcica. Son insolubles en el agua, muy poco solubles en el agua cargada de ácido carbónico, lo mismo que en los ácidos débiles, como son el ácido acético o el ácido cítrico al 1 o al 2 por 100. En las tierras ácidas o en los terrenos primitivos dan, por lo regular, bue-

nos resultados, excepto las apatitas. Pero a pesar de lo divididas que se emplean para favorecer su diseminación por el suelo, su eficacia en las tierras de mucho tiempo cultivadas son muy variables, según su origen y según el suelo. Por este motivo, desde el principio del empleo de los fosfatos se procuró acrecentar su asimilación y eficacia por medio de tratamientos químicos.

En 1840, Justo de Liebig expuso la idea de tratarlos por medio del ácido sulfúrico para solubilizarlos, y luego Lawes, en 1842, iniciaba la industria de los superfosfatos.

Cuando se trata un fosfato mineral o un fosfato de hueso, con cierta cantidad de ácido sulfúrico, éste se apodera de dos equivalentes de cal de los tres que contiene el fosfato, y entonces forma sulfato cálcico o yeso por una parte, mientras que el fosfato tribásico se transforma en fosfato ácido cálcico soluble en el agua.

En la práctica industrial, las reacciones son algo más complicadas por la presencia de materias extrañas, como el carbonato cálcico, peróxido de hierro, alúmina, fluoruro cálcico, etc.; de modo que, en realidad, el superfosfato contiene no sólo yeso y fosfato monocálcico soluble en el agua, sino también algo de fosfato cálcico tribásico inatacado, fosfato bibásico, fosfatos de hierro y alúmina, ácido fosfórico libre, etc.

En un producto tan complejo, no es de extrañar que, como ya se ha comprobado, se produzcan después de la fabricación reacciones sucesivas que modifican el estado de combinación del ácido fosfórico. Así, cuando el superfosfato se prepara con fosfato que contenga hierro y alúmina, resulta disminuida su dosis de ácido fosfórico soluble en el agua desde el momento de la fabricación hasta cierto límite, variable según los casos. Es el fenómeno de la retrogradación, que al principio de fabricarse los superfosfatos en Francia, perturbó las transacciones. En efecto, el fosfato ácido cálcico, formado por la reacción principal, puede transformarse en fosfato bicálcico insoluble en el agua, reaccionando con el fosfato tricálcico y el carbonato cálcico todavía indemnes. Además, el mismo fosfato ácido forma con el óxido de hierro y la alúmina fosfatos igualmente insolubles.

Pero si los fosfatos retrogradados no son solubles en el agua, no dejan de tener mucha eficacia en la vegetación, según demostró Pétermann indiscutiblemente por experimentos culturales de los que hablaremos más adelante. Se distinguen del fosfato inatacado por su solubilidad en el citrato amónico alcalino, que hoy día es el reactivo generalmente adoptado para estimar el valor agrícola de los superfosfatos, y deben adquirirse con garantía de una dosis mínima de «ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato».

En la práctica industrial, se deben emplear en la fabricación de superfosfatos, fosfatos de muy elevada dosis, con la menor cantidad posible de carbonato cálcico, de sesquióxido de hierro y de alúmina, porque para transformar el fosfato tricálcico en fosfato soluble exigen estos cuerpos menos cantidad de ácido sulfúrico. También es preciso que el mineral esté lo más pulverizado posible para facilitar la reacción.

En cierta época, cuando los superfosfatos eran caros, algunos autores recomendaron la fabricación de los superfosfatos en la misma granja. Hoy día no recomendamos este procedimiento, porque además de no parecernos económico, hay mucho riesgo en la manipulación del ácido sulfúrico por manos inexpertas. En lugar de ácido sulfúrico para solubilizar los fosfatos, pueden emplearse dos equivalentes de ácido fosfórico hidratado, con un equivalente de fosfato cálcico tribásico, para obtener tres equivalentes de fosfato cálcico ácido, soluble en el agua, con el 40 al 15 por 100 de ácido fosfórico soluble. El ácido fosfórico necesario se obtiene tratando los fosfatos por medio de una cantidad de ácido sulfúrico suficiente para saturar las bases. Se ataca nuevamente la masa por el agua y se extrae el líquido ácido con la prensa-filtro y se concentra. Este procedimiento de fabricación se practica en las minas de Cáceres, cuyos superfosfatos contienen del 30 al 35 por 100 de ácido fosfórico soluble.

La composición de los superfosfatos varía según sean los minerales empleados en la fabricación. Se encuentra ácido fosfórico en tres formas diferentes y principales: ácido fosfórico soluble en el agua, que es el más caro; ácido fosfórico

retrogradado insoluble en el agua, pero soluble en el citrato que tiene menos valor comercial; y, por último, ácido fosfórico insoluble, que no se tiene en cuenta cuando se evalúan estos productos.

Los superfosfatos derivados de las apatitas son, en general, productos de valía, sin que haya riesgo de retrogradación, pues la mayor parte del ácido fosfórico que contienen es soluble en el agua.

Los superfosfatos derivados de las fosforitas y de los nódulos contienen notables cantidades de óxido de hierro y de aluminio, y por lo regular retrogradan. Por esto, al venderse en Francia, se tiene en cuenta su dosis de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato. Según sea la valía fosfórica de los fosfatos empleados, se obtienen superfosfatos con el 10 al 12, del 12 al 14, del 14 al 16 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato, y por lo menos las tres cuartas partes soluble en el agua.

Con los fosfatos del Soma se pueden obtener productos que contengan del 17 al 19 por 100 de ácido fosfórico soluble.

Tratando los fosfatos óseos que hemos examinado, se obtienen los superfosfatos óseos. Después de todo lo dicho sobre el particular, se concibe que hayan superfosfatos de diferente naturaleza.

Con los huesos en bruto y con los desengrasados se obtienen los superfosfatos de huesos verdes, o sean huesos disueltos que contienen generalmente del 2'5 al 3 por 100 de nitrógeno y del 12 al 14 por 100 de ácido fosfórico soluble en el citrato.

Con los huesos desgelatinados se fabrican superfosfatos con el 0'5 al 0'6 por 100 de nitrógeno, el 16 al 18 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato y las dos terceras partes del total solubles en el agua. Son productos excelentes que se adulteran algunas veces, añadiéndoles, ya sea yeso para rebajar la dosis o bien fosfato precipitado para aumentarla. Por medio del análisis químico completo se pueden descubrir estas adulteraciones, que no son muy frecuentes: Cuando se compran de segunda mano hay el

riesgo de que se hayan mezclado con superfosfatos minerales, siempre más baratos.

También se fabrican con el negro animal superfosfatos que contienen del 15 al 18 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato. Se pueden comparar con los precedentes y se diferencian de ellos en que son de color obscuro.

Para terminar, diremos que existen igualmente superfosfatos de guano o guano disuelto, de los que ya hemos hablado.

Fosfato precipitado

En ciertas fábricas, en vez de poner los huesos directamente en los autoclaves, para extraerles la gelatina, se elimina primero toda la parte mineral que contienen por medio del ácido clorídrico diluido que no ataca la materia orgánica, pero disuelve los fosfatos y carbonatos. La cantidad de ácido empleada debe ser suficiente para disolver todas las materias minerales. Trasegada la solución ácida, se mezcla con lechada de cal, que forma un voluminoso precipitado de fosfato bicálcico o de fosfato tricálcico, según sean las cantidades de cal empleadas para provocar la precipitación y también según la temperatura y manera de operar. Como el fosfato bicálcico es soluble en el citrato, mientras que el tricálcico no lo es, los industriales tienen ventaja en producirlo en la mayor cantidad posible, puesto que su precio es más elevado. Al efecto, conviene no emplear más cantidad de la exactamente necesaria para obtener fosfato bicálcico y añadir la lechada de cal poco a poco, removiendo constantemente, para que no haya exceso de cal en presencia del ácido fosfórico disuelto. Esta fabricación, que parece muy sencilla, es por el contrario muy delicada y exige mucha experiencia por parte de los que la realizan. Cuando se ha obtenido el precipitado, se orea y se lava en la turbina y después se seca a baja temperatura.

También se ha intentado fabricar fosfatos precipitados por medio de fosfatos minerales de baja dosis, y también em-

pleando escorias de defosforización. Pero estos productos no resultan económicos.

Los fosfatos precipitados tienen aspecto de polvillo blanco, por lo regular muy fino, poco aglomerado y de perfecta homogeneidad. El fosfato bicálcico puro debe contener el 52 por 100 de ácido fosfórico, pero en la práctica industrial no se alcanza nunca esta dosis teórica. El producto contiene siempre impurezas: cal y magnesia carbonatadas, óxido de hierro, alúmina y agua de imbibición.

Los fosfatos precipitados comerciales nunca tienen más del 42 por 100 de ácido fosfórico y, en general, del 36 al 40 por 100. Cuando los productos están bien elaborados, puede decirse que casi todo el ácido fosfórico que contienen es soluble en el citrato; pero el fosfato bibásico es difícilmente soluble en este reactivo cuando se ha desecado a temperatura demasiado elevada y, por consiguiente, tiene estructura cristalina, aunque puede suceder que el fosfato precipitado insoluble en el citrato tenga señalada eficacia en la vegetación a causa de su finura. Sin embargo, al comprar este producto debe tenerse en cuenta la dosis de ácido fosfórico soluble en el citrato amónico que contiene.

ACCIÓN DE LOS ABONOS FOSFATADOS

Después de haber descrito sumariamente los diversos abonos fosfatados, debemos determinar, fundándonos en la experiencia, su valor relativo y su eficacia en las diversas clases de terrenos.

Los *fosfatos naturales* se emplean ventajosamente en los terrenos primitivos del oeste de Francia, principalmente en la Bretaña, donde han substituído al negro animal, que es muy escaso y, por consiguiente, muy caro.

Lechartier, director de la Estación agronómica de Rennes, ha realizado numerosos experimentos para comprobar su eficacia. Indicaremos algunos.

En Montauban de Bretaña, en el cultivo del arforjón, que es muy sensible a los abonos fosfatados, obtuvo en 1887 y 1888 los siguientes resultados:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano	Paja	Grano	Paja
<i>a.</i> Tierra de buena calidad después de un cultivo de trigo estercolado:	Quintales	Quintales	Quintales	Quintales
Sin abono	4'50	26,90	»	»
Fosfato de Meuse	10'00	46'40	5'50	16'50
<i>b.</i> Campo vecino, cultivo de avena sin estercoladura:				
Sin abono	10'50	46'50	»	»
Fosfato de Ardennes	17'80	64'00	7'30	17'50
<i>c.</i> En un desmonte (100 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea):				
Sin abono	2'07	3'13	»	»
Fosfato de Ardennes	21'50	19'00	19'43	15'87
— de las Islettes	20'00	19'00	17'93	15'87
<i>d.</i> En un pasto desmontado:				
Sin abono	1'10	1'40	»	»
Fosfato de Ardennes	18'00	16'00	16'90	14'60
— de las Islettes	18'00	16'00	16'90	14'60
<i>e.</i> Tierra en cultivo normal después de coles forrajeras:				
Sin abono	14'50	10'80	»	»
Fosfato de Ardennes	19'00	19'50	4'50	8'70
— de las Islettes	18'50	19'50	4'00	8'70

En el cultivo del trigo, en la granja de Trois-Croix, cerca de Rennes, el mismo autor ha obtenido:

Sin abono	18'72	37'35	»	»
Fosfato fósil	20'75	36'25	2'03	»

En otra serie de experimentos comparó varios fosfatos de origen diverso en el cultivo de alforjón. He aquí en resumen los resultados obtenidos:

Fosfatos	Número de ensayos	Excedentes	
		Grano Quintales	Paja Quintales
Meuse y Ardennes	5	10'0	13'5
Cher	5	10'8	12'2
Mediodía	5	10'1	13'5
Soma	5	9'2	18'1
Boulonnais	4	9'8	15'2
Pernes	4	9'1	11'7
Sierra de Oro	4	10'0	14'1
Bélgica	17	8'7	12'9

Sin colegir clasificación alguna de estos experimentos, puede admitirse que el empleo de los fosfatos minerales amorfos bien molidos es muy ventajoso en los terrenos desmontados de Bretaña y en suelos análogos, sobre todo para el cultivo del alforjón en las tierras ha tiempo cultivadas. En el del trigo no tiene tan manifiesta eficacia.

Fijándonos en los experimentos que se indican a continuación, efectuados en Inglaterra, cabe formarse idea de la eficacia de los polvos de hueso, de los coprolitos molidos y del fosfato aluminico de Redonda.

a) En 1855, en la granja del colegio de Cirencester, se cultivaron nabos de Suecia empleando polvos de hueso y sin ellos, y se obtuvieron los siguientes rendimientos por hectárea:

	Raíces Quintales
Sin abono	130'56
Polvos de huesos (900 kilogramos).	220'84
Excedente	90'38

b) En la misma granja, en 1859 y con la misma planta, se obtuvieron los siguientes rendimientos por hectárea:

	Raíces Quintales
Sin abono	369'43
Huesos en polvo (375 kilogramos).	464'05
Excedente	94'62

c) En 1868, en Eserickparck (York), en un prado natural, y en Ballingham Hall (Ross), se consiguieron los rendimientos siguientes:

	Eserick Quintales	Ballingham	
		A. Quintales	B. Quintales
Sin abono	16'59	94'59	112'05
Huesos en polvo	42'30	122'40	140'10
Excedentes	25'71	27'81	28'05

d) El mismo año, en Crooks Farm (Berwick), sin abono se cosecharon 86'46 quintales; y con 800 kilogramos de

huesos en polvo 116'75 quintales, con un excedente de 30'25 quintales.

e) En 1880, en Warrenfield, los nabos de Suecia rindieron los productos que se expresan a continuación:

	Raíces Quintales	Excedentes Quintales
Sin abono.	442'59	»
Huesos en polvo (376 kilogramos)	484'15	41'56
Fosfato de Redonda	580'58	137'99
Coprolitos	530'44	87'85

f) En el mismo campo, después del cultivo de los nabos se sembró cebada sin darle nuevo abono, y produjo:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	25'28	45'01	»	»
Huesos en polvo.	28'50	41'72	0'22	»
Fosfato de Redonda	33'06	50'20	8'06	5'19
Coprolitos	27'01	42'05	1'73	»

g) En Warrenfield, en 1894, se volvieron a ensayar los mismos abonos fosfatados en el cultivo de los nabos de Suecia, y se cosecharon:

	Raíces Quintales	Excedentes Quintales
Sin abono.	178'75	»
Hueso en polvo (564 kilogramos).	314'17	135'38
Fosfato de Redonda (564 kilogramos)	339'06	160'31
Coprolitos (564 kilogramos)	316'48	137'73

h) En Woburn, en 1881, se emplearon los mismos abonos fosfatados en el cultivo de los nabos de Suecia, y dieron los siguientes rendimientos:

	Raíces Quintales	Excedentes Quintales
Sin abono.	492'23	»
Fosfato de Redonda (628 kilogramos).	669'86	177'63
Coprolitos (628 kilogramos)	648'25	156'02
Hueso en polvo (376 kilogramos)	630'34	138'11

i) En 1882, con el mismo abono se cultivó cebada, y produjo:

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono.	27'51	45'71	»	»
Fosfato de Redonda	31'39	52'66	4'88	6'95
Cropolitos	35'66	55'35	8'15	9'64
Huesos pulverizados	30'03	46'52	2'51	0'81

Examinados los precedentes experimentos, cabe inferir que en los suelos de Inglaterra los coprolitos bien molidos, así como los huesos pulverizados, tienen cierta eficacia en la vegetación de los nabos, pero debe advertirse que este abono es menos eficaz cuando se aplica a los cereales. Se admite también que el fosfato de Redonda tiene manifiesta acción por lo que se refiere a los rendimientos, y mucho mayor que la de los coprolitos y huesos pulverizados. Estos hechos corroboran las conclusiones inferidas de los experimentos de Andouard (de Nantes), que confirman las afirmaciones de Grandeau.

Durante diez años, en el campo experimental de Cloches (Eura y Loira), con la cooperación de Oscar Benoist, investigamos la acción del fosfato pulverizado comercial de las Ardenas, en los principales cultivos de la comarca. A continuación damos una nota de los excedentes de cultivo obtenidos en treinta cosechas: 1.º, con abono completo a base de fosfato natural; 2.º, con abono sin ácido fosfórico. Los dos grupos de parcelas así comparados sólo se diferencian entre sí por haberse aplicado o dejado de aplicar en ellas fosfato de las Ardenas, y la diferencia de excedentes indica el valor de la acción fertilizante en el limo de las mesetas, pobre en ácido fosfórico de este fosfato mineral:

	Fosfato		Sin fosfato	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Trigo (ocho cosechas)	2'4	5'7	1'6	5'3
Avena (nueve cosechas) . . .	2'3	7'4	1'9	6'0
Cebada (dos cosechas)	4'7	11'5	3'2	11'2
Remolachas de semilla (dos cosechas)	4'7	»	5'5	»

	Fosfato		Sin fosfato	
	Raíces Quintales	Heno seco Quintales	Raíces Quintales	Heno seco Quintales
Remolachas (tres cosechas)	80'7	»	57'4	»
Patatas (una cosecha)	66'5	»	43'0	»
Zanahorias (una cosecha)	60'0	»	30'0	»
Alfalfa (ocho cosechas)	»	10'4	»	0'5

	Excedentes producidos por el fosfato			
	Heno seco Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales
Trigo	»	0'8	0'4	»
Avena	»	0'4	1'4	»
Cebada	»	1'5	0'3	»
Remolachas de semilla	»	-1'2	»	»
Remolachas	»	»	»	23'3
Patatas	»	»	»	23'5
Zanahorias	»	»	»	30'0
Alfalfa	10'9	»	»	»

Los excedentes medios debidos al fosfato en el cultivo de los cereales, se han elevado a 0'9 kilogramos por lo que se refiere al grano. En cuanto a la paja, el excedente ha sido 0'7 kilogramos. En las remolachas de semilla, el efecto fué nulo y, en cambio, muy notorio en las raíces y tubérculos, puesto que el excedente llegó a 25'6 quintales. En el cultivo de la alfalfa, se evidenció mayormente el efecto, puesto que la producción aumentó de 10'9 quintales.

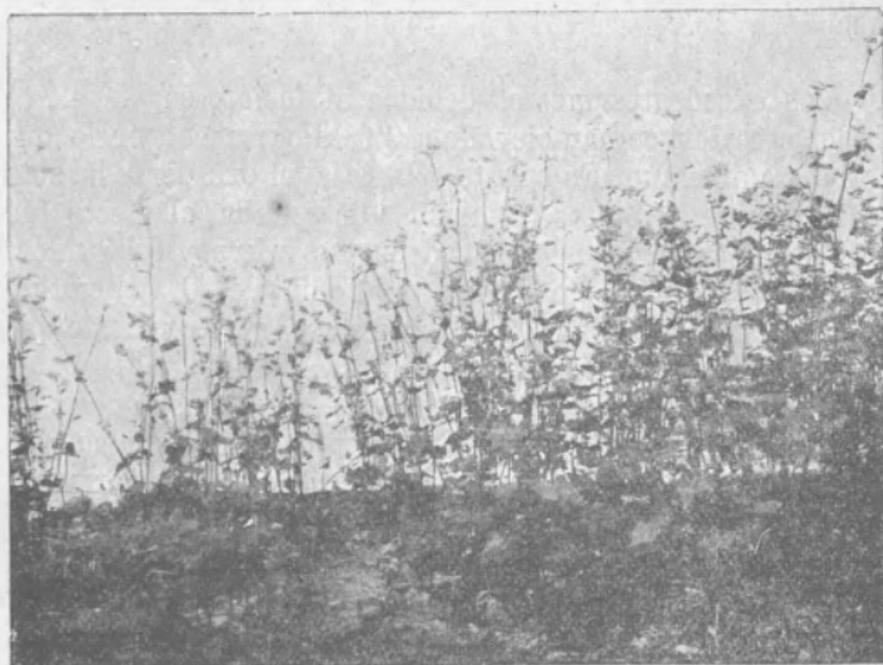
Debemos concluir de estos ensayos de Cloches, que es de todo punto contraproducente el empleo de fosfatos minerales en el cultivo de los cereales. Las experiencias anteriormente citadas nos han demostrado de una manera palpable que, aun en Bretaña, la eficacia de estos productos en tierras muy cultivadas es bastante mayor en el cultivo del alforjón que en el del trigo, y en Inglaterra se ha podido comprobar que es más eficaz su empleo en las remolachas que en los cereales. Con algunas variantes de intensidad, hemos observado lo mismo en Cloches.

En los experimentos realizados en Gas (Eura-Loira) con la cooperación de Ovidio Benoist, de los cuales hablaremos más adelante, observamos que el fosfato de Ardenas emplea-

do a la dosis de 144 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea en las porciones abonadas, produjo los excedentes de cosecha que se expresan a continuación comparados con porciones de terreno cultivados sin abono fosfatado:

	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales
Cebada (1887)	1'25	4'05	»
Cebada (1888)	2'52	1'81	»
Remolachas (1889).	»	»	53'3
Trigo (1890)	-0'17	+1'07	»
Cebada (1891)	+0'40	+0'49	»

Estos resultados confirman totalmente nuestros ensayos de Cloches y demuestran el poco interés que tiene el empleo de los fosfatos naturales en los expresados suelos.



Sin escorias

Con escorias

Fig. 39.—Acción de las escorias en el alfarcón.

Pero en los abundantes en materias orgánicas, como nuestro antiguo campo experimental de Lucé, cerca de Chartres,

los fosfatos son más eficaces porque se transforma la arcilla en sílex. Comprobamos, en término medio, un aumento de cosecha de 6'81 quintales de grano y 12'90 de paja, por lo que se refiere a los cereales, y 49 quintales de maíz forrajero.



Sin escorias



Con 1,000 kg. de escorias por hectárea

Fig. 40.—Acción de las escorias en el trébol.

Las escorias de defosforización son más eficaces que los fosfatos naturales en la generalidad de los suelos. Vamos á demostrarlo exponiendo el resumen de varios experimentos efectuados en distintos países (figs. 39, 40 y 41).

Nos fijaremos primeramente en los realizados en Alemania por el doctor Pablo Wagner, director de la Estación agronómica de Darmstadt.

Dirigidos por los profesores Fleischer, Maercker, Stut-

zer, Fittbogen, etc., un crecido número de agricultores realizaron en diferentes granjas y en terrenos de distinta naturaleza, numerosos experimentos con el fosfato Thomas molido, en los que obtuvieron muy manifiestos resultados tanto en terrenos pantanosos como en las praderas y en las tierras arables ordinarias (tierra de cebada, de trigo, etc.), y en varias tierras ligeras, lo que permite considerar el fosfato Thomas como abono de ventajoso empleo en cualquiera clase de terreno.

Vamos a citar, por ejemplos, los siguientes resultados:

1.º En los experimentos de la estercoladura de praderas que realizó la Estación experimental de cultivos en los pantanos de Brême y en los cuales se emplearon por estercoladura, 112 kilogramos de ácido fosfórico Thomas por hectárea, se obtuvo como término medio en cuatro experimentos un aumento de 33 por 100 de rendimiento, comparado con el terreno no estercolado.

2.º Otros dos experimentos de la misma Estación realizados en una pradera pantanosa baja, de calidad mediana, comprobaron un aumento del 67 por 100 de rendimiento con estercoladura de 150 kilogramos de ácido fosfórico Thomas por hectárea.

3.º Schröder-Schusen obtuvo el 78 por 100 de más con 120 kilogramos de ácido fosforico de los fosfatos Thomas, por hectárea, aplicados en varias praderas pantanosas.

4.º Varios experimentos de estercoladura en praderas, dirigidos por A. Stutzer y realizados por varios agricultores de la provincia del Rhin, dieron por término medio, en tres experimentos realizados en distintos lugares, el 49 por 100 de aumento de los rendimientos. La estercoladura fué de 100 kilogramos de ácido fosfórico Thomas y 50 kilogramos de potasa por hectárea.

5.º En las haciendas de Salleschen se obtuvieron en un campo de avena el 19 por 100 de aumento en los rendimientos con dosis de 40 kilogramos y un 52 por 100 con dosis de 100 kilogramos de ácido fosfórico Thomas por hectárea.

6.º F. de Lachow obtuvo en el cultivo de avena un aumento de rendimiento de 30 por 100 por lo que se refiere

al grano y el 20 por 100 por lo que concierne a la paja, empleando 400 kilogramos de fosfato Thomas por hectárea.

7.º Resultados sumamente favorables fueron los obtenidos por Ploetz en varios experimentos de estercoladura realizados en el cultivo de la avena por el método de Cunrau en terrenos pantanosos; cubiertos de una capa de arena.

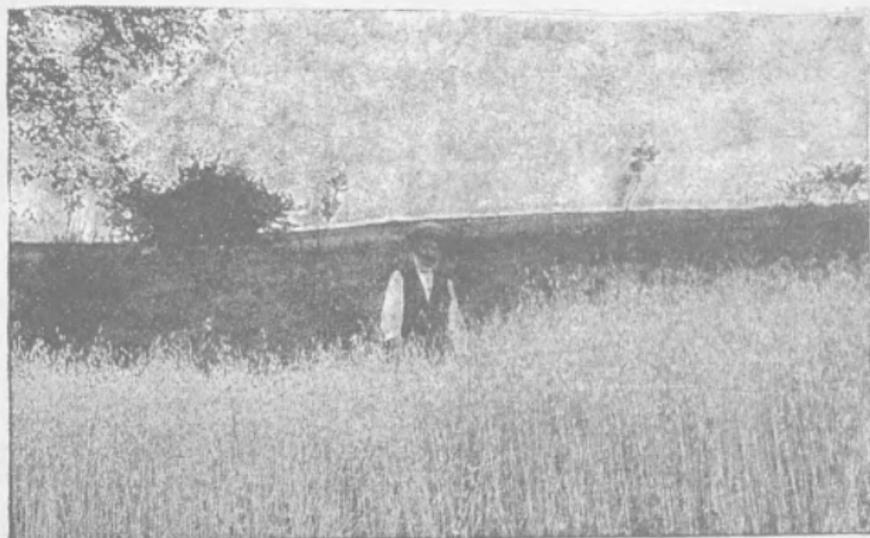


Fig. 41.—Acción de las escorias en la avena.

La porción de la derecha se abonó con escorias y no la de la izquierda.

80 kilogramos de ácido fosfórico Thomas por hectárea, proporcionaron en conjunto los siguientes excedentes de rendimientos:

Experimento	Grano por 100	Paja por 100
<i>a.</i>	121	144
— <i>b.</i>	157	171
— <i>c.</i>	154	152

Estos resultados indican claramente la ventajosa influencia del fosfato Thomas en los terrenos cuya falta de ácido fosfórico daba cosechas muy débiles (en el caso presente sólo se obtenían 1,000 kilogramos de grano por hectárea).

Cada quintal de ácido fosfórico Thomas en estos experi-

mentos produjo, por término medio, un aumento en los rendimientos de 1,937 kilogramos de grano y 3,960 kilogramos de paja, que valen 437'30 francos (100 kilogramos de grano = 15 francos; 100 kilogramos de paja = 3'75 francos), y el empleado sólo cuesta 25 francos aproximadamente.

8.º En la propiedad de Weissagk se obtuvo en el cultivo de avena, con 300 kilogramos de fosfato Thomas por hectárea, un 13 por 100 de aumento, y con 600 kilogramos un 33 por 100 de aumento por lo que se refiere al grano.

Numerosos experimentos se realizaron bajo la dirección del profesor Maercker, aplicando el fosfato Thomas en terrenos considerados como los mejores de Sajonia. Como plantas de experimentación se emplearon la cebada, la avena (figura 41), las patatas y las remolachas azucareras. De los resultados obtenidos, dedujo el profesor Maercker que el fosfato Thomas no solamente es el mejor para terrenos pantanosos, sino para los mejores suelos.

No se pudo observar en ningún experimento que el fosfato perjudique a los productos cosechados.

Otros ensayos realizados en los campos para comprobar el efecto del fosfato Thomas, de los cuales poseemos notas, han puesto de manifiesto unas veces que el ácido fosfórico ha sido completamente inactivo a causa de la abundancia de este elemento en el suelo, lo cual fué causa de que tampoco diesen resultado las estercoladuras de superfosfato o de fosfato precipitado; y otras veces el fosfato Thomas fué aplicado con tan poca escrupulosidad y precisión, que los resultados no indicaron a primera vista influencia alguna.

En Inglaterra, en la granja del colegio de Cirencester, se hicieron experiencias en tres porciones de terreno divididas cada una en seis parcelas, las cuales recibieron respectivamente las estercoladuras siguientes por hectárea:

- a) Sin abono;
- b) 188 kilogramos de fosfato precipitado de escorias, que contenían 60 kilogramos de ácido fosfórico;
- c) 302 kilogramos de escorias con 88 kilogramos de ácido fosfórico;

d) 878 kilogramos de escorias que contenían 154 kilogramos de ácido fosfórico;

e) 2,510 kilogramos de escorias, con 439 kilogramos de ácido fosfórico.

A continuación damos los rendimientos y excedentes obtenidos por hectárea en el cultivo de los nabos:

	Rendimientos Quintales	Excedentes Quintales
Sin abono.	199'35	»
Superfosfato	306'12	96'79
Fosfato precipitado	322'10	122'75
500 kilogramos escorias	296'14	96'79
878 kilogramos escorias	319'39	120'04
2,510 kilogramos escorias	302'43	103'08

Estos resultados señalan claramente la eficacia de las escorias, pues con 88 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea, proporcionaron aumentos de rendimiento superiores a los del superfosfato, con 58 kilogramos de ácido fosfórico.

Empleadas a altas dosis de 2,500 kilogramos por hectárea, las escorias dieron mejores resultados que las dosis medias de 500 kilogramos; pero conviene advertir que esta excesiva cantidad no perjudica. Debe tenerse en cuenta que el fosfato precipitado fué tan eficaz como el superfosfato.

En Bélgica, Pétermann hizo experimentos fisiológicos para determinar el valor agrícola del ácido fosfórico de las escorias. A continuación damos el resumen de sus conclusiones:

1.^a La escoria de desfosforización bien pulverizada constituye una materia fertilizante de gran valor;

2.^a En los experimentos realizados con dos cereales de verano (trigo candeal y avena) cultivados en dos suelos que estaban excesivamente provistos de elementos nutritivos esenciales, la asimilación del ácido fosfórico de las escorias se efectuó rápidamente;

3.^a El aumento de substancia orgánica producido fué muy importante en el suelo arenoso que sólo contenía el 0'1 por 100 de ácido fosfórico; y menos considerable, pero muy manifiesta, en un suelo areno-arcilloso que sólo contenía el 0'65 por 100 de ácido fosfórico;

4.^a La cal libre de la escoria de defosforización fué inactiva, aunque los suelos experimentados deben clasificarse entre los bastante pobres en cal, pues sólo contienen uno el 2'37 por 100 y el otro el 1'55;

5.^a La gran cantidad de protóxido de hierro que contiene la escoria de defosforización no perjudicó a los cereales de verano ni fué contraria a la elaboración del azúcar de las remolachas ni a la fécula de las patatas.

También en Bélgica, G. Smets, doctor en ciencias naturales, obtuvo en los prados resultados muy interesantes que citamos a continuación:

	Sin abono Quintales	Escorias Quintales	Excedentes Quintales
Florzé	37'80	49'20	11'40
Harzé	32'00	54'00	22'00
Clermont	52'00	63'50	11'50
Laminerie (1)	32'00	38'00	6'00
Thimister (1)	63'50	72'50	8'00

Estudiemos ahora algunos resultados obtenidos en Francia.

En la primavera de 1887, con la cooperación de Ovidio Benoist, realizamos ensayos en su granja de Gas (Eura-Loira) para comprobar el valor de las escorias en los suelos de limo. De 1887 a 1891 inclusive, en un campo muy pobre en ácido fosfórico, pero bastante rico en potasa, cal, magnesia y nitrógeno, obtuvimos sucesivamente dos cosechas de cebada, una de remolacha, otra de trigo y otra de cebada. Al principio del experimento se distribuyeron, en forma de escorias comerciales muy pulverizadas, 144 kilogramos de ácido fosfórico en una parte del campo, mientras que a la otra no se le suministró ningún abono fosfatado. Las dos porciones recibieron igual dosis de nitrato sódico en todos los casos. Comprobamos los excedentes de cosecha que se expresan a continuación, debidos al efecto de las escorias:

	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales
Cebada (1887)	11'75	13'95	>
Cebada (1888)	7'92	5'40	>
Remolachas (1889)	>	>	213'30
Trigo (1890)	3'03	11'62	>
Cebada (1891)	1'79	1'71	>

(1) Estos prados habían sido mejorados con el empleo de abonos fosfatados.

Quedó demostrada, pues, la eficacia del ácido fosfórico de las escorias en estos diferentes cultivos consecutivos, cuya acción persistía en la quinta cosecha.

En 1890-91 ensayamos comparativamente las escorias y los superfosfatos, con igual cantidad de ácido fosfórico y con un complemento de nitrógeno amoniacal y nítrico idéntico, en varios campos de demostración de trigo de otoño. Los suelos eran todos pobres en ácido fosfórico. En Villemesle encontramos 0'30 gramos por kilogramo; en Goupillières, 0'29; en Villars, 0'50. Además, estos suelos eran pobres en caliza. La siguiente tabla da los resultados obtenidos:

	Sin abono		Escorias		Superfosfato	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Villemesle	11'55	38'61	19'58	60'00	20'40	62'20
Las Goupillières.	6'66	21'37	14'04	45'64	13'69	44'20
Villars	13'33	59'50	15'66	62'30	14'66	63'70
Término medio	10'51	39'82	16'20	55'98	16'25	56'36

De estos tres ensayos se infieren los excedentes medios que a continuación se expresan:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Escorias	5'69	16'16
Superfosfato	5'74	16'54
Diferencia a favor del superfosfato.	0'05	0'38

Según estos experimentos, las escorias son muy eficaces en la producción del trigo, ya que su acción fertilizante no fué inferior a la del fosfato mineral.

Para los cereales de primavera son igualmente activas las escorias. Hicimos varios ensayos con cebada en la granja de Bray, en Perche, y en Beauce, en el pueblecito de Alluyes. Los campos de ensayo comprendían una porción de terreno sin abono, otra abonada con 200 kilogramos de nitrato sódico y 400 kilogramos de escorias que contenían el 15 por 100 de ácido fosfórico y, como término de comparación, otra parcela abonada con 200 kilogramos de nitrato sódico y 400 kilogramos de superfosfato que contenían el 15 por 100

de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

	Sin abono		Escorias		Superfosfatos	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Bray.	17'04	17'40	19'32	20'40	19'08	19'44
Alluyes.	16'82	16'18	18'84	17'88	21'48	20'04
Término medio.	16'93	16'79	19'08	19'14	20'28	19'74

Los excedentes fueron:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Escorias.	2'15	2'35
Superfosfato	3'35	2'95
Excedente debido al superfosfato. . .	1'20	0'60

En este ensayo resultó algo menos eficaz la escoria que el superfosfato.

Nuestros experimentos y las numerosas observaciones que hemos podido hacer en los grandes cultivos, nos permiten afirmar hoy día que las escorias fosforosas bien pulverizadas constituyen un abono fosfatado realmente eficaz en todos los suelos y en todas las plantas de nuestra zona agrícola.

Además, lo confirman plenamente los experimentos hechos en el extranjero y los numerosos y favorables resultados obtenidos en varios departamentos por nuestros colegas.

El mismo Boiret, profesor departamental de agricultura, ensayó las escorias de defosforización en la Alta Saboya y pudo comprobar que su empleo es muy ventajoso y eficaz, sobre todo en los prados.

En Habère-Poche, en suelo sílico-arcilloso que sólo contenía vestigios de caliza y 0'43 gramos de ácido fosfórico por kilogramo, obtuvo en un prado natural y en una sola cosecha:

	1897 Quintales	1898 Quintales	Total Quintales
Sin abono	15'0	16'0	31'0
1,000 kilogramos de escorias	25'0	40'0	65'0
500 kilogramos de superfosfato . . .	25'0	22'0	47'0

El excedente determinado por las escorias fué por término medio de 17 quintales al año.

En otro prado del mismo lugar obtuvo con 900 kilogramos de escorias por hectárea, los siguientes rendimientos de heno:

	Quintales
Sin abono	30'0
Escorias.	55'0
Excedentes	25'0

Este experimento denota que las escorias son muy eficaces. Sin extendernos más en las investigaciones de Boiret, podemos añadir que este sabio reconoció que las escorias constituyen un abono fosfatado muy eficaz, no sólo en los prados naturales, sino también en el cultivo de prados artificiales y en los cereales.

Battanchon, profesor departamental de agricultura de Saona y Loira, ha publicado el siguiente informe experimental relativo al empleo de las escorias en el cultivo de las patatas:

«En un suelo de cereales que sólo contenía el 0'06 por 100 de ácido fosfórico y el 0'077 por 100 de caliza y costando igual las escorias que el superfosfato, resultaron más ventajosas las primeras que el segundo, pues proporcionaron mayores rendimientos y dejaron en el suelo un remanente fosfórico bastante más considerable y, por lo tanto, más a propósito para los cultivos subsiguientes. Esto mismo se comprobó de una manera concluyente en las patatas de la variedad de Beauvais. Se dividió el terreno en tres parcelas.

»La primera, que debía servir de comprobante, quedó sin abono, y se cosecharon 10,833 kilogramos del tubérculo.

»La segunda, *b*, se estercoló con la fórmula siguiente:

Nitrato sódico	100 kilogramos
Cloruro potásico	200 —
Superfosfato al 12 por 100	300 —
Precio de coste.	97 francos

»Dió una cosecha de 22,500 kilogramos de patatas.

»En cuanto a la porción que recibió el mismo abono,

excepto el superfosfato, substituído por 800 kilogramos de escorias de Creusot molidas, el precio fué el mismo, o sean 97 francos.

»Por esta sencilla substitución, la cosecha de patatas ascendió a 32,800 kilogramos. Hubo, pues, un excedente de 10,000 kilogramos, debido únicamente a la substitución del superfosfato por las escorias, cuyo coste es el mismo. Son hechos que deben tenerse en cuenta.»

No nos ocuparemos de los experimentos de Grandeau, realizados en el Parque de los Príncipes, porque sus resultados favorables son harto conocidos del mundo agrícola.

De estos experimentos y de muchos otros, cabe inferir que, en opinión de los sabios y de los prácticos, las escorias de defosforización constituyen una fuente valiosísima de ácido fosfórico para la agricultura europea.

Los agricultores tienen también en mucha estima los superfosfatos. En efecto, son abonos que nos ofrecen el ácido fosfórico en forma asimilable rápidamente por los vegetales, y que obran favorablemente en la mayoría de los suelos (fig. 42), excepto en los terrenos ácidos donde agravan su defecto capital.

Los superfosfatos más empleados en Francia son los que contienen el ácido fosfórico en forma soluble en el agua y en el citrato amónico y que provienen de los huesos o de los fosfatos minerales.

Durante bastante tiempo, únicamente se consideró rápidamente asimilable el ácido fosfórico inmediatamente soluble en el agua, y se ignoraba el valor del ácido retrogradado. Hoy día, aunque este último se considere menos activo, se estima igualmente como materia fertilizante. Ya hemos visto antes que el fosfato precipitado, de constitución muy parecida a la del fosfato retrogradado, fué tan eficaz como el fosfato soluble en el agua, en los experimentos relativos al estudio de las escorias efectuados en el Colegio de Cirencester. Pero conviene demostrar científica e indiscutiblemente este hecho, según Pétermann.

Más adelante veremos cómo lo corroboran nuestros experimentos.

Operando en el cultivo de la cebada en el invernadero de la estación, Pétermann obtuvo los pesos de grano siguientes:

Sin abono fosfatado	20'66 gramos
Acido fosfórico soluble en el agua . .	25'32 —
Acido fosfórico retrogradado	23'98 —
Fosfato precipitado	27'31 —
Fosfato precipitado calentado. . . .	21'83 —

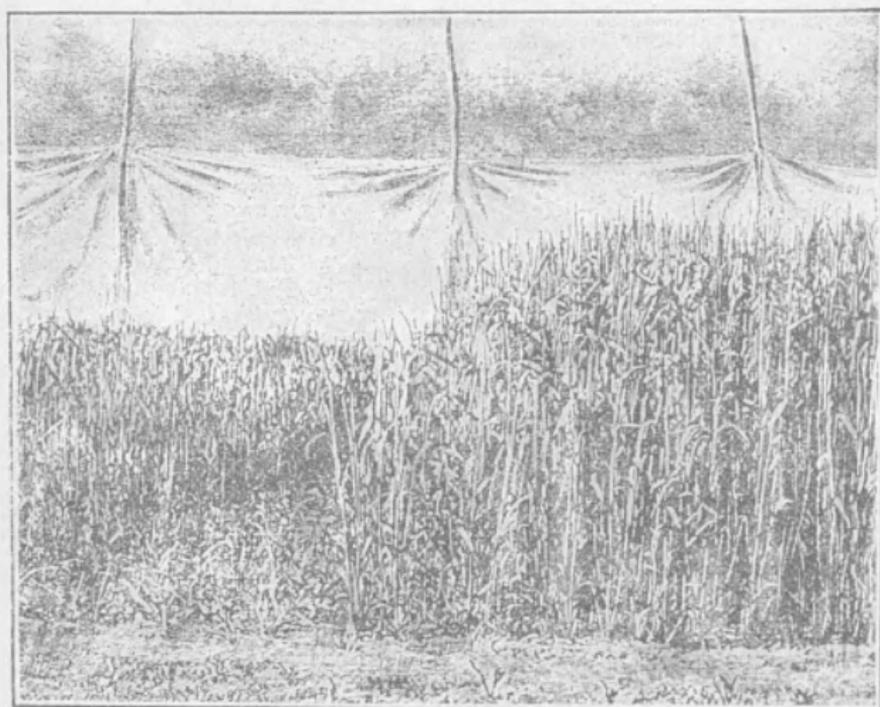


Fig. 42.—Acción de los superfosfatos en un campo de trigo de Grignon cuyo suelo contenía 1 por 1,000 de ácido fosfórico poco soluble en el ácido acético. La porción de la derecha es la abonada con superfosfatos (P. P. Deherain).

El fosfato precipitado calentado era insoluble en el citrato amónico.

En el cultivo de los guisantes, el mismo agrónomo obtuvo la siguiente cantidad de grano:

Sin ácido fosfórico	46'24
Acido fosfórico soluble en el agua.	50'48

Acido fosfórico retrogradado.	49'58
Fosfato precipitado.	54'20
Fosfato precipitado, calentado, insoluble en el citrato.	47'11

Igualando a 100 los resultados producidos por el ácido fosfórico soluble en el agua, se obtuvieron de las otras formas de este cuerpo los siguientes valores relativos:

	Cebada	Guisantes	Término medio
Acido fosfórico soluble.	100	100	100
Acido fosfórico retrogradado	95	98	96
Acido fosfórico precipitado	108	107	108
Acido fosfórico precipitado insoluble en el citrato	86	93	89

La diferencia de eficacia del ácido fosfórico soluble en el agua y el ácido fosfórico retrogradado del superfosfato, sólo llegó por término medio al 4 por 100. El fosfato precipitado bicálcico fué algo más eficaz que el ácido fosfórico soluble del superfosfato; pero después de calentado y convertido en insoluble en el citrato, no sólo perdió sus ventajas sobre el ácido soluble en el agua, sino la que tenía sobre el ácido retrogradado.

Según el mismo agrónomo, Dael de Koerth comprobó en un campo de cultivo, cerca de Maguncia, que cuando se añaden a una estercoladura nitrogenada cantidades iguales de ácido fosfórico soluble y de ácido fosfórico retrogradado, se obtiene en el cultivo de la cebada el mismo peso de grano, y con el ácido fosfórico retrogradado más cantidad de paja que con el ácido fosfórico soluble.

Como veremos más adelante, cuando estudiemos los productos del suelo y los diversos abonos fosfatados, todo esto es muy natural, porque el ácido soluble retrograda rápidamente en el suelo. La ventaja es que se puede incorporar más perfecta y rápidamente en mayor espesor.

Resuelta la cuestión del valor relativo del ácido fosfórico soluble y del ácido fosfórico retrogradado, averigüemos ahora, basándonos en la experiencia, cuál es la eficacia de este abono en las principales plantas agrícolas.

Las tablas siguientes consignan los excedentes de cosecha obtenidos con el empleo de los superfosfatos en treinta y un cultivos (1):

	Abono completo superfosfato		Abono sin ácido fosfórico	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Trigo (8 cosechas)	7'10	13'3	1'60	5'3
Avena (9 cosechas)	4'80	13'4	1'90	6'0
Cebada (2 cosechas)	5'50	12'8	3'20	11'2
Remolachas de semilla (2 cos.)	5'36	»	0'55	»

	Raíces Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales	Heno Quintales
	Remolacha (3 cosechas)	157'2	»	57'2
Patatas (1 cosecha)	105'0	»	30'0	»
Zanahorias (1 cosecha)	205'0	»	30'0	»
Alfalfa (8 cosechas)	»	14'7	»	0'5

Los excedentes debidos al superfosfato son los siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales	Heno Quintales
Trigo	5'5	8'0	»	»
Avena	2'9	5'4	»	»
Cebada	2'3	1'6	»	»
Remolachas para semilla	4'8	»	»	»
Remolachas	»	»	100'0	»
Zanahorias	»	»	175'0	»
Patatas	»	»	62'0	»
Alfalfa	»	»	»	15'2

En todas nuestras cosechas el superfosfato resultó eficaz en el suelo de Cloche, que es muy pobre en ácido fosfórico total (0'5 gramos por kilogramo), y en ácido fosfórico fácilmente atacable por el ácido cítrico débil (0'017 gramos).

En la granja de Gas, en un suelo igualmente pobre en ácido fosfórico, obtuvimos cinco cosechas en el mismo campo, con una estercoladura de 144 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el agua, antes de amelgar el terreno para sembrarlo. Los excedentes obtenidos, comparados con la porción de terreno que no tenía abono fosfatado, fueron:

(1) Véase GAROLA, *Diez años de experiencias en Cloches*.

	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales
Cebada (1887)	14'75	11'70	»
Cebada (1888)	7'56	1'48	»
Remolachas (1889)	»	»	224'0
Trigo (1890)	3'57	7'50	»
Cebada (1891)	1'08	1'46	»

Este experimento demuestra, además, la gran eficacia del abono que estudiamos en estos momentos, cuya acción quedó muy manifiesta durante cuatro años consecutivos. Por lo tanto, se pueden emplear sin temor alguno, antes del amelgado de las tierras, grandes cantidades de ácido fosfórico. Este adelanto resarcirá de sobra los gastos.

En los campos de demostración escolar, organizados en Eura y Loira, obtuvimos resultados muy evidentes con el empleo del superfosfato. A continuación damos los resultados obtenidos, comparando el abono completo a base de superfosfato con el abono sin ácido fosfórico:

	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales
Cebada (1897, 12 ensayos)	4'85	4'03	»
Remolachas (1898, 12 ensayos)	»	»	37'0
Trigo (1899, 14 ensayos)	4'23	5'26	»
Avena (1900, 15 ensayos)	1'39	2'20	»
Patatas (1901, 16 ensayos)	»	»	12'0

Es de notar que en estos términos medios de producción están comprendidos tres campos cuyo suelo es muy abundante en ácido fosfórico asimilable y en los cuales los abonos fosfatados no producen ningún efecto. Esto contribuye a disminuir el término medio.

En un desmonte de alfalfa, en Gas, Ovide Benoist cultivó trigo, añadiendo a una parte del campo 800 kilogramos de superfosfato que contenía el 18 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua. Obtuvo un excedente en grano de 6'5 quintales y un excedente en paja de 13'8 quintales. Después del trigo se sembraron remolachas para semilla, que dieron un aumento de producción en granos de 6'5 quintales. El análisis del suelo dió 0'58 gramos de ácido fosfórico total.

En Mousseau, en la comarca de Courville (Eura y Loira),

Letang empleó en el cultivo del trigo superfosfato con 14 por 100 de ácido fosfórico soluble en el citrato en diferentes condiciones. El suelo era pobre en ácido fosfórico, puesto que en el análisis sólo se encontraron 0'48 gramos de este cuerpo por kilogramo de tierra normalmente seca. Los excedentes obtenidos fueron los siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Superfosfato solo.	8'85	10'15
Superfosfato y majadeo	17'71	21'96
Majadeo solo	9'57	14'09

En Manouyau, cerca de La Loupe, en una arcilla silicea que sólo contenía 0'27 gramos de ácido fosfórico por kilogramo, Garnier cultivó trigo con abono fosfatado y sin él a una dosis de 350 kilogramos por hectárea. A los abonos fosfatados añadió 140 kilogramos de sulfato amónico y 120 kilogramos de nitrato sódico. Obtuvo los excedentes de cosecha que se expresan a continuación:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Superfosfato mineral	7'28	24'87
Superfosfato de hueso.	10'98	43'98
Escorias	8'74	32'00

En condiciones análogas, en la granja de Buternay, cerca de La Ferté-Vidame, obtuvo los excedentes siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Superfosfato mineral	4'50	3'80
Superfosfato de hueso.	5'30	14'10
Escorias	2'00	7'60

En el cultivo de avena, en La Masure, cerca de Combres, en un suelo que sólo contenía 0'35 gramos de ácido fosfórico por kilogramo, se obtuvieron con 150 kilogramos de superfosfato por hectárea, excedentes de 3'5 quintales de grano, y añadiendo a la estercoladura mineral 150 kilogramos de nitrato, el aumento de grano llegó a 8'3 quintales.

También en el cultivo de la avena, en Maintenon, Evette obtuvo los excedentes siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Nitrato (150 kilogramos)	3'06	5'94
Nitrato y superfosfato (150 kilogramos).	6'48	7'63

Con la cebada, en el mismo campo y con estercoladura parecida, se obtuvieron los excedentes siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Nitrato solo	6'48	4'32
Nitrato y superfosfato	10'80	8'91

En Meslay-le-Grenet, en un suelo que sólo contenía 0'46 gramos de ácido fosfórico total por kilogramo y 0'34 gramos de ácido fosfórico soluble en el ácido cítrico al 2 por ciento, en el cultivo de la avena, con 250 kilogramos de superfosfato por hectárea por un lado, y por otro la misma cantidad de ácido fosfórico, comprobó Cailleaux los excedentes siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Superfosfato solo.	5'30	8'46
Superfosfato y nitrato.	8'92	14'76

En Moresville, cerca de Bonneval, en la propiedad de Ricois, en suelo que contenía 0'57 gramos de ácido fosfórico total, del que 0'147 era soluble en el ácido cítrico débil, cultivamos cebada con superfosfato solo y con superfosfato y nitrato, a razón de 500 kilogramos del primero y 200 kilogramos del segundo. Los excedentes fueron:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Superfosfato solo.	4'68	8'00
Superfosfato y nitrato.	13'86	17'94

El mismo ensayo verificado en Charonville, cerca de Illiers, en la propiedad de Germond, el suelo contenía 0'49 gramos de ácido fosfórico total, del que 0'888 gramos era soluble en el ácido cítrico débil. Se obtuvieron los excedentes siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Superfosfato solo.	2'67	5'00
Superfosfato y nitrato.	6'34	10'33

De los experimentos de Wolcker tomamos algunos datos que nos parecen necesarios para acabar de demostrar el gran valor agrícola de los superfosfatos.

En la granja del colegio de Cirencester se emplearon los superfosfatos en 1855, en el cultivo de los nabos de Suecia, en un suelo muy pobre en ácido fosfórico, y los excedentes de raíces por hectárea fueron:

	Quintales
Superfosfato óseo (830 kilogramos)	211'08
Superfosfato mineral (1,250 kilogramos)	161'69

El valor de los dos abonos empleados era exactamente el mismo (125 francos).

En 1856, en la misma granja y también en el cultivo de los nabos de Suecia, se obtuvieron por hectárea los excedentes siguientes:

	Quintales
Superfosfato de hueso (750 kilogramos)	135'15
Superfosfato de hueso (1,500 kilogramos)	147'05
Superfosfato de hueso (375 kilogramos)	130'27

En 1857, con el mismo cultivo, en Cirencester, se obtuvieron:

	Excedentes Quintales
Superfosfato comercial (375 kilogramos)	107'24
Superfosfato de hueso (375 kilogramos)	79'13
Superfosfato de hueso comercial (375 kilogramos)	82'60
Superfosfato de hueso fabricado en la granja (375 kilogramos)	101'01
Superfosfato de cenizas de hueso	59'29

En 1859, los excedentes en el cultivo de los nabos de Suecia, fueron:

	Quintales
Superfosfato (250 kilogramos)	65'92
Superfosfato (375 kilogramos)	71'95
Superfosfato (125 kilogramos)	65'92
Superfosfato de cenizas de hueso (375 kilogramos)	152'46

En 1860, en Craigie-House-Farm, en el cultivo de los nabos de Suecia, el aumento de rendimiento fué:

	Por hectárea Quintales
Superfosfato de cenizas de hueso (627 kilogr.)	267'81
Superfosfato de cenizas de hueso (627 kilogr.)	209'81
Superfosfato de cenizas de hueso (1,380 kilogr.)	349'73

En 1864, en Woodhorn-Manor (Morpeth), los nabos de Suecia, con 500 kilogramos de superfosfatos de cenizas de hueso, proporcionaron un excedente de 130'06 quintales.

En 1866, en Tubney Warren (Abingdon), con 375 kilogramos de superfosfato se alcanzaron excedentes en el rendimiento de raíces de 129'12 quintales y de 173'73 quintales.

En 1869, con 374 kilogramos de superfosfato mineral en el cultivo de las mismas raíces, quedaron comprobados los excedentes siguientes:

	Quintales
Les Lizards	111'32
Tubney Warren	126'90

Con las remolachas *Mangolds*, en 1865, en Henfields (Bewdley), el superfosfato de hueso, empleado a dosis de 500 kilogramos por hectárea, produjo un excedente de raíces de 295'02 quintales. En 1870, en Escrick-House-Farm (York), 375 kilogramos de superfosfato mineral dieron un excedente de remolachas de 37'66 quintales. En 1866, en el cultivo de la patata en Charleton (Carlisle), el empleo de 500 kilogramos de superfosfato permitió obtener un excedente de tubérculos de 20'11 quintales en una tierra que sólo contenía 1 gramo de ácido fosfórico por kilogramo.

En Woodhorn-Manor, en 1865, empleando 500 kilogramos de superfosfatos de cenizas de hueso en el cultivo del trébol mezclado con grama de centeno, el excedente de forraje verde fué de 54'73 quintales. El mismo año, en Bourton-Grange (Shropshire), la misma estercoladura proporcionaba un excedente de 8'75 quintales de heno seco de trébol y grama de centeno. En Tubney-Warren, en 1867, en el cultivo del trébol, el excedente de forraje verde fué de 67'25 quintales, con el empleo de 500 kilogramos de superfosfato mineral.

En las praderas naturales de Bourtou-Grange-Farm, en 1865, una estercoladura con 500 kilogramos de superfosfato mineral, produjo un excedente de heno seco de quintales 9'64.

En 1880, en Warrenfield, en el cultivo de los nabos de Suecia, se obtuvieron los excedentes de cosecha siguientes:

	Por hectárea Quintales
Superfosfato mineral (268 kilogramos)	167'2
Superfosfato de hueso (440 kilogramos)	142'16

En 1881, con el mismo cultivo, en Lansomefield, los excedentes fueron:

	Quintales
Superfosfato mineral (628 kilogramos)	195'37
Superfosfato de hueso (376 kilogramos)	178'53

Podrían citarse otros numerosos experimentos que demuestran y certifican que los superfosfatos de hueso y los superfosfatos minerales proporcionan el ácido fosfórico en forma muy activa en suelos de distinta composición y en los cultivos de plantas de vegetación rápida.

ASIMILABILIDAD RELATIVA DE LOS DIVERSOS ABONOS FOSFATADOS

Emprendimos, en 1886, una serie de experimentos de cultivo para cerciorarnos de la mayor o menor aptitud de las plantas para asimilar los diversos abonos fosfatados comerciales o industriales. Vamos a resumir estos ensayos realizados en terrenos de diverso origen geológico, cultivando cereales, tubérculos y prados artificiales, cuyos detalles fueron publicados anualmente en nuestros *Informes sobre campos experimentales*.

I.—Los suelos que sirvieron de base a nuestros estudios pertenecen al grupo de los formados con limos de las mesetas y arcilla silicea. En la tabla siguiente damos una nota resumida de sus análisis:

	Nitrógeno por 100	Acido fosfórico por 100	Potasa por 100	Cal por 100
Limo de las mesetas:				
Gas, cerca de Croix.	0·141	0·058	0·108	0·600
Cloches	0·132	0·051	0·086	0·600
Serville	0·116	0·039	0·165	0·266
Sours	0·133	0·074	0·274	0·244
Villars	0·149	0·050	0·510	»
Arcilla silícea:				
Vigny	0·185	0·049	0·110	0·161
La Sablonnière	0·108	0·031	0·072	0·162
Les Moulins	0·137	0·025	0·097	0·475
La Ferté-Vidame	0·134	0·030	0·068	0·430
Manouyan	0·127	0·027	0·087	0·551
Villemesle (1891)	0·098	0·030	0·084	0·135
Villemesle (1890)	0·063	0·026	0·078	0·193
Les Goupellières.	0·121	0·029	0·038	0·017
Lucé.	0·174	0·145	0·076	0·334
Arenas de Perche.				
Margon	0·185	0·040	0·120	»
Arcilla plástica:				
Archevilliers	0·154	0·142	0·120	0·042

Los experimentos más importantes y prolongados los realizamos en Gas y en Cloches, situados en el limo de las mesetas. El primero, al principio de la Beauce propiamente dicha, y el segundo en Drouais. En los otros suelos, excepto en Lucé, en donde proseguimos durante dos años los experimentos, nos limitamos a un solo cultivo con el principal objeto de comprobar en distinto terreno nuestras investigaciones.

II.—En la primavera de 1887, en un campo situado en el borde de la carretera de Gas, cerca de la Croix, Ovide Benoist desmontó, en una alfálar de tres años, una faja de terreno que dividió en cinco parcelas de 2⁶⁰ áreas cada una, en las que esparció, respectivamente, ácido fosfórico en la siguiente forma:

- 1.º Fosfato natural de Ardenas muy pulverizado;
- 2.º Fosfato precipitado, soluble en el citrato amónico alcalino;
- 3.º Superfosfato mineral, soluble en el agua;
- 4.º Escorias de defosforización Thomas Gilchrist, en polvo finísimo.

En los fosfatos minerales, el ácido fosfórico se encuentra en el estado de fosfato tribásico más o menos compacto y resistente. En el fosfato precipitado se encuentra en estado de fosfato bicálcico y en forma de precipitado químico, es decir, en estado de polvillo lo más permanente que pueda imaginarse. En el superfosfato mineral se encuentra en estado de fosfato monocálcico o ácido completamente soluble en el agua. Por último, en las escorias constituye una combinación cálcica inestable que Wagner denomina tetrafosfato cálcico, atacable en parte por el citrato amónico alcalino y casi en totalidad por el ácido cítrico al 5 por 100.

Habíamos de operar en un suelo de limo areno-arcilloso, muy poco calcáreo y medianamente abundante en materia orgánica. Geológicamente, este suelo pertenece a los limos cuaternarios de Beauce, y los resultados de los experimentos allí realizados pueden generalizarse a todos los suelos de formaciones análogas.

Debemos añadir que lo mismo se adaptan a los suelos formados a base de arcilla o conglomerados de sílice, que a las arenas de Perche y a las arcillas más o menos glauconiosas de la misma región, según se infiere de los numerosos informes recibidos de estas comarcas agrícolas y de nuestros propios experimentos de que trataremos más adelante.

Desde el punto de vista químico, este suelo era en su origen muy abundante en nitrógeno. Esto no tiene nada de particular, porque se trataba de un desmonte de alfalfa. La potasa excedía de la cantidad característica de un suelo suficientemente abundante en esta base, haciendo inútil toda adición de sulfato o cloruro potásico. Sucédía lo mismo con la cal y la magnesia. Solamente el ácido fosfórico se encontraba en cantidad notablemente inferior a la necesaria para la producción normal.

Después de lo dicho, no debe admirarnos la manifiesta acción de los abonos fosfatados en nuestras cosechas. En semejante suelo, abundante en nitrógeno, potasa, cal, magnesia y mantillo, el rendimiento sólo debe recibir la influencia del ácido fosfórico, en virtud de que la cosecha es proporcio-

nal al elemento fertilizante que se encuentra en el suelo en cantidad inferior.

Cada una de las cinco parcelas del campo, excepto la destinada a servir de comprobante, recibieron por hectárea 144 kilogramos de ácido fosfórico en una de las formas anteriormente citadas, y el abono se enterró con el arado.

Para las siembras posteriores no se proporcionó al abono fosfatado alguno. La segunda cebada, las remolachas y el trigo, lo mismo que la última cebada, aprovecharon únicamente los residuos de las anteriores estercoladuras fosfatadas. Sólo se dieron a las remolachas 300 kilogramos de nitrato sódico, lo mismo que al trigo que se cultivó inmediatamente después.

En todos los casos, las parcelas sólo difirieron por la naturaleza de la estercoladura fosfatada distribuida al principio de los ensayos.

La tabla siguiente expresa los rendimientos obtenidos en los cinco años de cultivo:

	AÑOS								
	1887, Cebada		1888, Cebada		1889, REMO- LACHAS	1890, Trigo		1891, Cebada	
	Grano	Paja	Grano	Paja		Grano	Paja	Grano	Paja
	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.
Sin abono . . .	19'75	22'05	30'57	43'52	242'96	20'00	50'35	27'85	31'98
Fosfato	21'00	26'00	38'13	37'80	296'29	19'83	51'42	28'25	32'47
Escorias	31'50	36'00	38'49	41'72	456'29	23'03	61'97	29'64	33'69
Superfosfatos .	33'50	33'75	38'13	37'80	467'03	23'57	57'85	28'93	30'54
Precipitado . .	33'75	36'50	41'00	43'52	465'25	22'85	58'21	30'34	33'04

Calculamos los excedentes de cosecha imputables a la acción del abono fosfatado, según resulta en el siguiente cuadro:

	AÑOS								
	1887, Cebada		1888, Cebada		1889, REMO- LACHAS	1890, Trigo		1891, Cebada	
	Grano	Paja	Grano	Paja		Grano	Paja	Grano	Paja
	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.	qq.	
Fosfato . . .	1'25	4'05	2'52	1'81	53'3	-0'17	+1'07	+0'40	+0'49
Escorias . . .	11'75	13'95	7'92	5'40	213'3	+3'03	11'62	1'79	+1'71
Superfosfato .	14'75	11'70	7'56	1'48	224'0	3'57	7'50	1'08	-1'46
Precipitado .	14'00	14'45	10'45	7'20	222'0	2'85	7'86	2'49	+1'06

Al considerar estos rendimientos, llama la atención su relativa regularidad en cada parcela. Las conclusiones inferidas de éstos experimentos son indudables. Los términos medios nunca tienen aquí sentido diferente del de los resultados particulares. Por esto concedemos gran importancia a los experimentos de Gas, realizados con gran conocimiento de las condiciones del problema planteado, sin dejar nada en manos de la casualidad.

III.—Desde el importante punto de vista de la eficacia relativa, hay que considerar en primer término que los diversos abonos fosfatados que empleamos aparecen casi siempre en el mismo orden durante los cinco años de cultivo.

Fosfato precipitado; superfosfato; escorias de defosforización; fosfato de Ardenas.

Examinando las cosas más al pormenor, se observa que el fosfato mineral es de eficacia bastante débil, mientras que el fosfato precipitado, el superfosfato y las escorias son mucho más activos. La tabla siguiente señala estas diferencias:

	EXCEDENTES DEBIDOS AL		EXCEDENTES con el fosfato
	Fosfato mineral	Precipitado, superfosfato, escorias	
	Quintales	Quintales	Quintales
Cebada (grano)	1'30	8'00	6'70
Trigo (grano)	0'17	3'15	2'93
Remolachas (raíces) . . .	53'30	219'80	166'50

Diferencias de tal monta no pueden ser accidentales, sobre todo cuando se comprueba que durante cinco años se han mantenido siempre en el mismo sentido, y, además, se observa que se reproducen en otras localidades con la misma regularidad.

Hemos trazado el siguiente diagrama (fig. 43), en el que los rectángulos de altura proporcional indican los excedentes totales obtenidos en paja, grano y raíces, a fin de que se vea

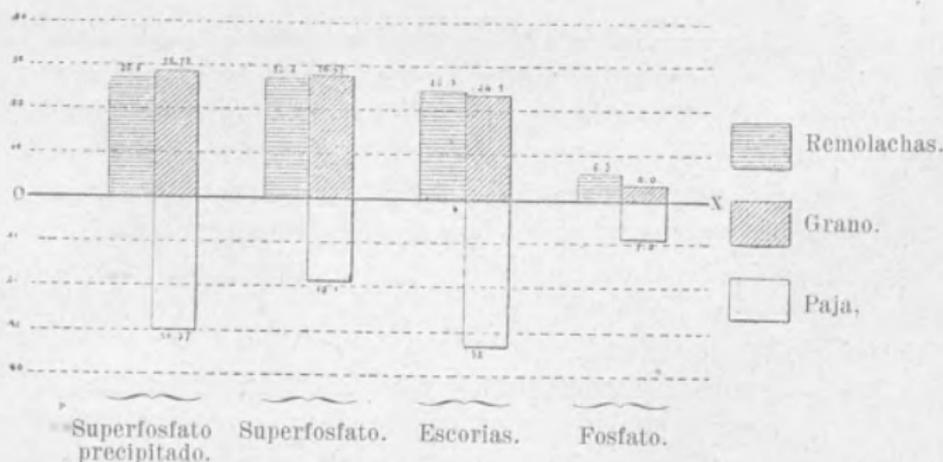


Fig. 43.—Excedentes totales obtenidos.

realmente lo que nosotros aseguramos y que por sus propios ojos pueda cualquiera cerciorarse de la clasificación natural de los abonos fosfatados respecto a su asimilabilidad. El excedente de grano obtenido en la parcela sin abono, está expresado en quintales y representado por los rectángulos rayados oblicuamente, situados sobre la línea OX. Los excedentes de paja están representados por rectángulos sin rayar, situados debajo de esta línea. Los excedentes de raíces, calculados en el estado de sequedad de los cereales secados al aire libre, están representados por rectángulos con rayas horizontales tangentes a los rectángulos de los granos.

Esta serie de experimentos demuestran, a nuestro parecer, que en los suelos de limo cuaternario de Beauce, los fosfatos minerales, aunque no del todo inactivos, son mucho menos eficaces que las escorias, los superfosfatos y los fosfa-

tos precipitados. Si se consideran en globo las cosechas de los cereales por un lado, y por otro las cosechas de raíces, igualando a 100 los excedentes debidos al fosfato, se obtendrá:

Para los cereales (trigo y cebada)	478
Para las raíces	413

Pero haremos resaltar más los resultados obtenidos en estos experimentos expresando los excedentes en francos. Porque, en realidad, lo que computa la eficacia del abono no es tanto el peso de cosecha obtenida, como el valor que representa. Además, esto nos permitirá resumir en un solo guarismo los resultados de las cinco cosechas en cada parcela. En la tabla siguiente, que da el valor de los excedentes obtenidos en cada cosecha, hemos evaluado los productos de la siguiente manera:

La cebada a 17 francos el quintal;

El trigo a 25 francos;

La paja de cebada a 3 francos;

La paja de trigo a 3'50 francos;

Las remolachas a 2 francos.

	AÑOS									
	1887, Cebada		1888, Cebada		1889, REMO- LACHAS	1890, Trigo		1891, Cebada		TOTAL
	Grano	Paja	Grano	Paja		Grano	Paja	Grano	Paja	
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Fosfato	21'25	12'15	32'84	5'43	106'60	0'00	0'00	6'80	1'47	186'54
Escorias	199'75	41'85	134'64	16'20	426'60	75'75	40'67	30'43	5'13	951'02
Superfosfato	250'75	35'10	138'52	4'44	448'00	89'25	26'25	15'36	«	1.007'67
Precipitado	238'00	42'75	177'65	21'60	444'60	71'25	27'51	42'33	3'18	1.068'87

Restemos de los totales, que representan la suma de los valores obtenidos en excedente de cosecha en cada parcela, el coste de los abonos y resultará el producto limpio de cada experimento, representativo de la eficacia total del abono.

El fosfato mineral de Ardenas había costado 43'20 francos a razón de 0'30 francos la unidad de ácido fosfórico; las

escorias a 44'64 francos; el superfosfato soluble en el agua a 93'60 francos y, en fin, el fosfato precipitado a 79'20 francos. El beneficio, pues, de cada operación fué:

	Francos
En los fosfatos	143'34
En las escorias	906'38
En el superfosfato	914'07
En el fosfato precipitado	989'67

Para facilitar las comparaciones damos a continuación los resultados: 1.º, Tomando por término de comparación el superfosfato soluble en el agua, cuyo producto neto igualamos a 100; 2.º, calculando el valor producido por un kilogramo de ácido fosfórico, y 3.º, calculando el valor producido por 1 franco de cada abono fosfatado empleado:

	VALOR relativo	VALOR PRODUCIDO POR	
		1 kilogramo de ácido fosfórico	1 franco de abono
	francos	francos	francos
Fosfato	15'6	1'03	3'31
Escorias	99	6'29	20'20
Superfosfato	100	6'34	9'76
Fosfato precipitado	108	6'87	12'49

Considerando estos experimentos desde el punto de vista que se quiera, resalta la superioridad de los superfosfatos, de las escorias y de los fosfatos precipitados sobre los fosfatos minerales.

Además, queda comprobado que las escorias son el abono fosfatado más económico, porque con casi tanta eficacia como los otros, cuestan casi la mitad de los superfosfatos (1).

IV.—Los experimentos de Gas demuestran también, claramente, la duración de la eficacia de los abonos fosfatados.

(1) Hoy día ha aumentado tanto el precio de las escorias, que resultan más ventajosos los superfosfatos.

Al cabo de cuatro años aun quedan residuos de la eficacia de las estercoladuras anteriores. Después de cinco cosechas pueden considerarse las estercoladuras prácticamente agotadas. No es, pues, recomendable, en tierras pobres, esperar tanto tiempo para reiterar la adición de abonos fosfatados:

	VALORES PRODUCIDOS POR LOS ABONOS FOSFATADOS				
	1.er año	2.º año	3.º año	4.º año	5.º año
	francos	francos	francos	francos	francos
Fosfato.	33'40	38'27	106'60	»	8'27
Escorias	241'60	150'64	426'60	116'42	35'56
Superfosfato.	285'85	142'96	448 »	115'50	15'36
Precipitado :	280'75	199'25	444 »	98'76	45'51

El diagrama (fig. 44) nos da un resumen comprobatorio de los resultados consignados en la tabla precedente, de los

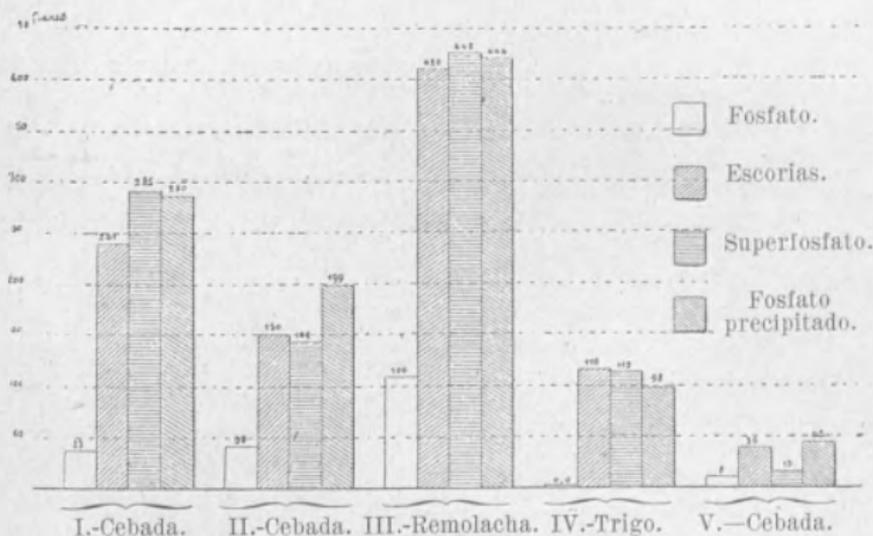


Fig. 44.—Excedentes de valor de los productos.

excedentes de valores producidos cada año por las estercoladuras fosfatadas experimentadas, y demuestra que en las circunstancias en que nos encontramos se debe volver a abonar el terreno al cuarto año.

En las condiciones ordinarias de la práctica, cuando sólo se entierra la mitad del abono fosfatado que hemos dado al suelo, no se debe tardar más de dos ó tres años en renovar la estercoladura.

V.—En el campo de experiencias de Cloches, estudiamos durante los años 1886 al 1895 inclusive, en dos series de parcelas contiguas, la influencia relativa del fosfato mineral y del superfosfato. Las cantidades de ácido fosfórico esparcidas fueron siempre superiores en la serie del fosfato. En la tabla siguiente damos los excedentes medios de los rendimientos obtenidos en cada serie en las diferentes plantas cultivadas, teniendo en cuenta que las siembras de trigo recibieron siempre, además de la estercoladura fosfatada, nitrógeno, potasa y también yeso en las mismas proporciones. Por lo tanto, la única causa de diferencia en el rendimiento fué la asimilabilidad del ácido fosfórico en las dos formas ensayadas, y en ningún caso pudo faltar el ácido sulfúrico:

	Grano	Paja	Raíces	Heno
	Quintales	Quintales	Quintales	Quintales
1.º Abono completo de superfosfato:				
Trigo (8 cosechas)	7'10	13'3	»	»
Avena (9 cosechas)	4'80	13'4	»	»
Cebada (2 cosechas)	5'50	12'8	»	»
Remolachas de semilla (dos cosechas)	5'36	»	»	»
Remolachas (3 cosechas)	»	»	157'2	»
Patatas (1 cosecha)	»	»	105'0	»
Zanahorias (1 cosecha)	»	»	205'0	»
Alfalfa (8 cosechas)	»	»	»	14'7
Término medio proporcional.	5'84	13'3	156'3	14'7
2.º Abono completo de fosfato:				
Trigo (8 cosechas)	2'40	5'7	»	»
Avena (9 cosechas)	2'30	7'4	»	»
Cebada (2 cosechas)	4'70	1'5	»	»
Remolachas de semilla (dos cosechas)	4'07	»	»	»
Remolachas (3 cosechas)	»	»	80'7	»
Patatas (1 cosecha)	»	»	66'5	»
Zanahorias (1 cosecha)	»	»	60'5	»
Alfalfa (8 cosechas)	»	»	»	»
Término medio proporcional.	2'79	7'1	73'3	10'4
Excedente a favor del superfosfato	3'05	6'2	83'0	4'3

De los diez años de experimentos, cuyos resultados acabamos de relatar, se deduce que la substitución del ácido fosfórico insoluble de los nódulos por el ácido fosfórico soluble en el agua y el citrato del superfosfato, aunque se disminuya la dosis aumenta como término medio los rendimientos en:

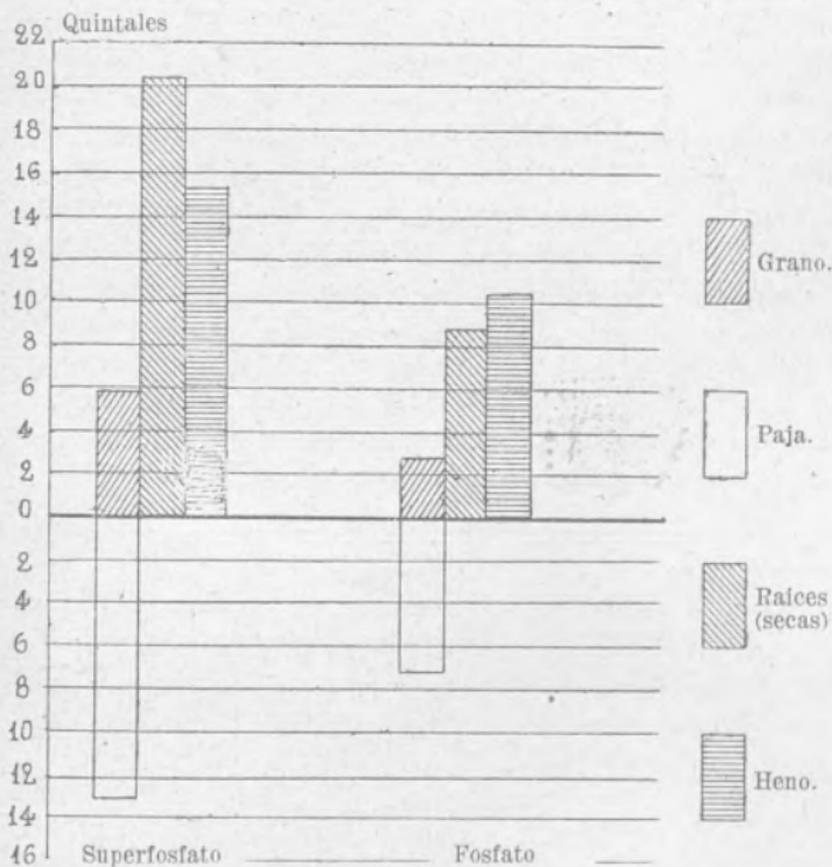


Fig. 45.—Experiencias de Cloches.

3'05 quintales de grano y 6'20 quintales de paja en los cereales;

83 quintales en las escardas; 4'30 quintales en la alfalfa.

Por lo tanto, es indudable que el ácido fosfórico soluble en el agua y el citrato es superior al ácido fosfórico insoluble de los nódulos, en el limo de las mesetas. Los ensayos realizados en Cloches confirman las conclusiones deducidas anteriormente de los cinco años de estudio en Gas.

Por otra parte, es preciso reconocer que estos experimentos son más favorables a los fosfatos que los otros, si bien esto no tiene nada de particular, porque cada año el suelo recibió una nueva cantidad de ácido fosfórico cada vez mayor en forma de fosfato que en forma de superfosfato. *Además, se debe considerar que los prados artificiales y las raíces utilizan los fosfatos mejor que los cereales.*

El diagrama (fig. 45) señala las deducciones precedentes (el rendimiento de las raíces está expresado en materia seca a razón de 12 por 100 del peso bruto).

VI.—En la primavera de 1886, en Lucé, realizamos experimentos durante dos años acerca de la acción de los abonos. Una serie de parcelas recibieron un abono completo de superfosfato y otra serie recibió un abono completo de fosfato natural. En una tercera serie dimos abono nitrogenado con superfosfato, y en una cuarta, el mismo abono nitrogenado y además fosfato. Los excedentes obtenidos, comparándolos con la parcela sin abonar, fueron:

	FOSFATO			SUPERFOSFATO		
	Grano	Paja	Forraje verde	Grano	Paja	Forraje verde
Cebada Chevallier (1886). (c) 1	6'0	15'1	>	6'0	14'4	>
Id. (a) 2	9'75	17'9	>	8'25	15'9	>
Maíz forrajero (c) 1	>	>	86'5	<	>	38'0
Id. (a) 1	>	>	82'0	<	>	13'2
Trigo (1887-1887) (c) 1	6'25	13'6	>	6'37	10'88	>
Id. (a) 1	3'75	9'75	>	3'25	6'50	>
Avena (1886) (c) 1	3'0	9'8	>	6'1	17'4	>
Id. (a) 1	2'8	12'1	>	4'6	18'9	>
Id. (1887) (c) 1	12'75	13'25	>	13'5	14'75	<
Id. (a) 1	11'25	11'75	>	13'80	14'95	>
Totales.	54'55	103'25	168'5	61'87	113'68	51'2
Término medio	6'81	12'90	84'25	7'73	14'21	25'15

1. (c) Abono nitrogenado, potásico y fosfatado.
2. (a) Abono nitrogenado y fosfatado.

En el suelo que consideramos, derivado de la arcilla silicea, pero abundante en materia orgánica y ácido fosfórico,

la eficacia de los fosfatos minerales fué, por término medio, casi igual a la del superfosfato. La ligera superioridad de estos últimos en los cereales, se invirtió en inferioridad en el maíz. Un examen cuidadoso permite observar que, excepto en la avena, la eficacia de abonos fertilizantes es casi igual en los dos abonos fosfatados.

Sea lo que fuere, estos experimentos denotan claramente la eficacia de los fosfatos simplemente molidos en los suelos abundantes en mantillo y confirman la superioridad de los superfosfatos, sobre todo si son análogos a los precedentes.

VII.—La tabla anterior resume los resultados obtenidos en los diferentes terrenos de que dedujimos las conclusiones de los estudios precedentes. La estercoladura fosfatada se practicaba siempre con mezcla de abonos nitrogenados, y la única diferencia entre las parcelas consistía en la forma del ácido fosfórico o en su origen.

Los excedentes comprobados en las diversas tierras, aunque varíen en intensidad, casi siempre se presentan en orden idéntico; por esto los términos medios pueden considerarse como representación exacta de los valores relativos en los diversos abonos fosfatados sometidos a ensayo.

Si dejamos aparte el termofosfato, que hemos citado sólo por curiosidad, vemos que los superfosfatos óseos son ligeramente superiores a los fosfatos minerales y a las escorias; que estos dos últimos tienen una actividad casi idéntica, mientras que el fosfato, aunque no sea inútil, está muy lejos de ser tan eficaz. En esto vemos una confirmación bien clara de nuestros experimentos de Gas y de Cloches, a pesar de la diferencia de suelos.

El diagrama siguiente (fig. 46), evidencia las conclusiones que acabamos de inferir.

Si, por otra parte, calculamos el valor de los excedentes obtenidos, vemos que disminuye el coste de los 60 kilogramos de ácido fosfórico de la estercoladura, o sea: 42 francos por el superfosfato de hueso, 30 francos por el superfosfato mineral, 10 francos por las escorias y los fosfatos, y queda un beneficio, debido a la estercoladura, de 170 francos por el primero, de 140 francos por el segundo, de 164 francos por

DESIGNACIÓN DE LOS SUELOS Cultivo del trigo	EXCEDENTES OBTENIDOS EN SUELOS NORMALMENTE ESTERCOLADOS con los abonos fosfatados antedichos:									
	Superfosfato de hueso		Superfosfato mineral		Termofosfato		Escorias		Fosfato	
	Grano	Paja	Grano	Paja	Grano	Paja	Grano	Paja	Grano	Paja
Archevilliers (1889-90)	qq.	qq.	5'08	»	5'06	»	2'74	»	0'62	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Vigny (1889-90)	9'60	25'32	8'87	22'78	»	»	7'88	21'16	»	»
La Sablonnière (1889-90)	9'52	28'86	8'55	28'62	»	»	8'00	25'42	»	»
Les Moulins (1889-90).	2'01	9'45	3'77	15'46	»	»	3'50	15'00	»	»
Serville (1888-89)	1'90	14'90	2'70	12'10	»	»	4'00	10'40	»	»
Sours (1888-89)	1'83	2'60	0'83	»	»	»	1'33	3'30	»	»
La Ferté-Vidame (1888-89)	5'30	14'10	4'50	3'80	»	»	2'00	7'60	»	»
Margon (1888-89)	4'80	17'90	1'20	10'90	»	»	5'10	17'90	»	»
Manouyau (1888-89)	10'98	43'98	7'28	24'87	»	»	8'74	32'01	»	»
Villemele (1888-89)	»	»	2'89	2'24	»	»	3'66	10'01	1'63	8'09
Villemele 1890-91).	»	»	8'85	23'59	»	»	8'03	21'39	»	»
Villars (1890-91).	»	»	1'33	4'20	»	»	2'33	2'80	»	»
Les Goupillières (1890-91).	»	»	7'00	22'80	»	»	7'40	23'00	»	»
Totales	45'94	157'11	62'85	171'36	»	»	64'71	189'99	2'25	8'09
Término medio	5'74	19'63	4'83	14'28	5'06	»	4'97	15'83	1'12	8'09
Valor de los excedentes.	143'50 f.	68'70 f.	120'75 f.	49'98 f.	»	»	124'25 f.	55'40 f.	28'00 f.	28'32 f.
	212'20		170'73				179'65		56'32	

las escorias y de 41 francos por los fosfatos. Tomando como unidad de comparación el superfosfato mineral, encontramos los valores relativos siguientes:

Superfosfato de hueso	121
Escorias	117
Superfosfato mineral	100
Fosfato	29

VIII.—Podemos deducir de nuestras *ciento treinta y tres cosechas*, las conclusiones siguientes:

En las tierras formadas por limo cuaternario, la arcilla silicea, la arcilla plástica o las arenas del Perche:

1.º Los superfosfatos, los sulfatos precipitados y las escorias son, en general, los abonos fosfatados más económicos;

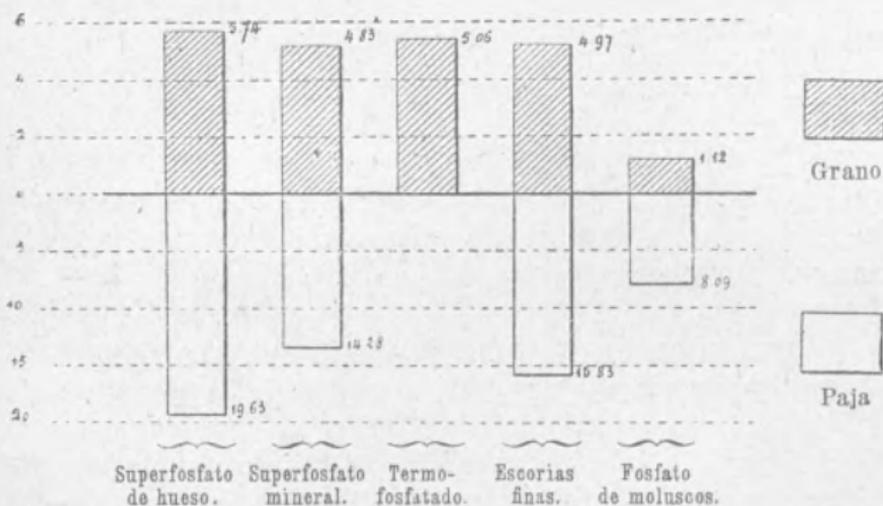


Fig. 46.—Gráfico de los excedentes.

2.º Su eficacia, en igualdad de ácido fosfórico, es tres o cuatro veces mayor que la del fosfato;

3.º Si alguna vez, por casualidad, estos suelos están muy enriquecidos de materias orgánicas, los fosfatos tienen una acción casi igual, aunque algo inferior, a la de los superfosfatos;

4.º Las escorias de desfosforización son tan favorables como los superfosfatos minerales;

5.º La duración de los abonos fosfatados es de varios años, aun de los solubles en el agua empleados a grandes dosis. Su efecto económico está lejos de agotarse con la primera cosecha, de manera que para juzgarlos conviene considerar todas las plantas que entran en la rotación.

IX.—Para corroborar nuestros experimentos, no creemos del todo inútil aportar las conclusiones sacadas de sus pesquisas sobre el particular, por Wagner, director de la Estación agronómica de Darmstadt.

Representando por 100 los resultados medios debidos al superfosfato, obtenemos para el efecto de los otros fosfatos, los valores siguientes:

Huesos pulverizados.	10
Coprolitos en polvo	9
Escorias sin refinar	13
Escorias finas	58
Escorias superfinas	61

Si los números proporcionales son diferentes de los nuestros, la clasificación de los abonos fosfatados que se deduce de ellos es absolutamente la misma. La importancia de la fineza de las escorias está demostrada.

ACCIÓN RECÍPROCA DE LOS ABONOS FOSFATADOS Y DE LA TIERRA ARABLE

Son varios los abonos fosfatados empleados por la agricultura; y experimentalmente se comprueba que su eficacia varía lo mismo que su rapidez de acción a causa, por una parte, de la naturaleza de la combinación que forma el ácido fosfórico, y, por otra parte, a la naturaleza del suelo.

Anteriormente hemos demostrado que en los suelos procedentes del limo de las mesetas, lo mismo que los formados por la arcilla silícea, los superfosfatos y las escorias de desfosforización muy finamente molidas, son muy superiores a los fosfatos naturales reducidos a harina. Los experimentos de Bobierre y de Lechartier, de Grandeau y de Jamieson y los nuestros, han comprobado que en los suelos de los páramos

de la Bretaña y en los muy abundantes en mantillo, esta desigualdad de acción desaparece casi completamente.

Por esto nos ha parecido interesante averiguar las modificaciones que el ácido fosfórico, de los diversos abonos fosfatados, soluble en el agua, ácido acético, citrato amónico alcalino o en los ácidos enérgicos, puede sufrir en los suelos de diversa formación que suelen encontrarse en los departamentos de Eura y Loira y comprobar la relación entre las modificaciones observadas y la eficacia del abono.

Con este objeto, abonamos con superfosfato de las escorias de desfosforización o del fosfato natural, cinco tierras distintas, de las cuales dos eran de arcilla silicea, dos de limo cuaternario y una de arcillas verdes o glauconiosas del Perche.

Para facilitar la comprensión, resumimos en las tablas siguientes: 1.º, los resultados del análisis de los suelos; 2.º, los resultados del análisis de los abonos considerados.

Para estudiar las modificaciones sufridas por el ácido fosfórico en los diversos abonos citados anteriormente, a consecuencia de su contacto prolongado con los suelos, cuya naturaleza y composición acabamos de indicar, introducimos en unas redomitas de 25 a 50 gramos de tierra, a la que añadimos de 0'200 gramos a 0'400 gramos de abono fosfatado. Humedecemos con agua destilada la mezcla íntima de la tierra y del abono, y la dejamos así durante siete meses.

Transcurrido este tiempo, el contenido de cada recipiente se sometió a un tratamiento conveniente por los mismos métodos que sirvieron para los suelos, con objeto de investigar el ácido fosfórico soluble en el agua, en el ácido acético o el citrato. Vamos a exponer los resultados obtenidos en cada grupo geológico de terreno y por cada abono considerado.

COMPOSICIÓN física y química de los suelos	TIERRA PROCEDENTE DE				
	limo cuaternario		arcilla silíceas		arcillas del Perche
	Houville	Cloches	La Sa- blon- nière	Ma- nonyau	St-Cyr la Rosière
Arena gruesa con casquijos	2'00	»	4'00	3'00	4'60
Arena	80'70	80'20	»	89'50	57'50
Arena impalpable					26'00
Caliza	0'80	0'50	0'30	0'60	0'11
Arcilla y materias orgá- nicas	16'50	19'30	» (1)	6'90	12'35
Materia orgánica	»	»	»	»	2'200
Nitrógeno	0'103	0'132	0'108	0'110	0'227
Acido fosfórico total	0'068	0'051	0'031	0'037	0'050
Acido fosfórico soluble en el ácido acético	0'003	0'0027	0'0043	» (2)	0'001
Acido fosfórico soluble en el citrato	0'028	0'0185	0'00176	0'000	0'0071
Potasa	0'276	0'086	0'072	0'142	0'021
Cal	0'460	0'355	0'162	0'338	0'259
Magnesia	0'117	0'148	0'048	0'172	»
Oxido de hierro y alúmina .	5'232	0'934	2'800	3'213	»

(1) En las muestras de los suelos de la misma granja se han encontrado solamente de 0'38 a 1'8 por 100 de arcilla coloidal.
(2) Sin dosificar.

Composición de los abonos

	ACIDO FOSFÓRICO			
	Soluble en el agua	Soluble en el citrato	Soluble en el ácido acético	Total
Superfosfato	16'3	18'6	19'6	20'9
Escorias	»	5'5	8'54	18'3
Fosfato	»	0'0576	0'0909	27'9

El limo de las mesetas, representado en este estudio por una tierra de Houville, cerca de Chartres, y por el suelo de nuestro campo experimental de Cloches, al norte de la co-

marca de Nogent-le Roi, es una tierra muy favorable para el cultivo.

En este terreno hace ya tiempo que se emplean ventajosamente los superfosfatos, lo mismo que las escorias de desfosforización. Por el contrario, casi nunca se emplean ordinariamente los fosfatos. En la tabla siguiente damos los resultados de nuestras observaciones sobre los superfosfatos calculados por 1 kilogramo de tierra fina:

		TIERRA MEZCLADA con superfosfato		
		Al principio	Al cabo de 7 meses	Diferencias
A.—LIMO DE HOUVILLE		Gramos	Gramos	Gramos
Acido fosfórico	total	2'352	2'352	0'000
	soluble en el citrato.	1'768	1'968	+0'200
	soluble en el ácido acético	1'598	1'093	-0'505
	soluble en el agua	1'304	0'160	-1'144
	soluble en el ácido acético, menos soluble en el agua.	0'294	0'933	+0'639
	soluble en el citrato, menos soluble en el agua.	0'464	1'808	+1'344
B.—LIMO DE CLOCHES				
Acido fosfórico	total	2'182	2'182	0'000
	soluble en el citrato.	1'673	1'844	+0'171
	soluble en el ácido acético	1'595	0'735	-0'860
	soluble en el agua	1'304	0'224	-1'080
	soluble en el ácido acético, menos soluble en el agua.	0'291	0'511	+0'220
	soluble en el citrato, menos soluble en el agua.	0'369	1'620	+1'251

Si se considera primeramente el ácido fosfórico soluble en el agua, es preciso reconocer que desaparece completamente en el suelo, convirtiéndose en insoluble.

La tierra de Houville, de 3 millones de kilogramos de peso, fijó por hectárea 3,432 kilogramos de los 3,912 que había recibido, o sea el 88 por 100. El limo de Cloches insolubilizó 3,240 kilogramos, o sea el 83 por 100.

Este ácido fosfórico soluble en el agua, que ha retrogradado, se vuelve a encontrar en más cantidad en forma soluble en el citrato amónico. En efecto, comprobamos que las tierras en estudio tenían por término medio al principio de los experimentos 0'4165 gramos por hectárea de tierra arable, mientras que al final del experimento encontramos, después de siete meses de reacción, 1'714 gramos por kilogramo, o sean 5,142 kilogramos por hectárea. Desaparecieron 3,336 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el agua. Volvemos a encontrar 3,892 kilogramos que se han convertido en solubles en el citrato, lo cual constituye un excedente de 556 kilogramos sobre la retrogradación del elemento útil del fosfato ácido.

Aparte de la retrogradación del fosfato soluble, parece que se produjo fosfato asimilable a costa del ácido fosfórico insoluble de la tierra y del abono. La acidez del abono atacaría el suelo y al mismo tiempo las materias húmicas intervendrían de la manera siguiente: de 0'4965 gramos de ácido fosfórico insoluble, que contenía como término medio la mezcla en su origen, se habían solubilizado 0'185 gramos, o sea el 39 por 100.

En los suelos que nos ocupan, la poca cantidad de cal sería suficiente para explicar la retrogradación del ácido fosfórico soluble en el agua. De todos modos, hemos de reconocer que la cal del suelo intervino muy poco en la reacción.

En efecto, el ácido acético que sólo disuelve los fosfatos de protóxido, y especialmente el fosfato cálcico precipitado, revela escaso provecho de esta combinación. En el limo de Houville se ganan 0'639 gramos, y en suelo de Cloches 0'220 gramos, o sea por término medio 0'430 gramos de ácido fosfórico que se puede presumir fijo en la cal. De 3,336 por hectárea, han retrogrado 1,290 kilogramos. Los sesquióxidos de hierro y aluminio han desempeñado aquí un papel muy importante, puesto que retuvieron 2,045 kilogramos de ácido fosfórico. En la tierra de Houville formó mayor cantidad de fosfato bibásico de cal, y también encontramos mayor cantidad de caliza.

En resumen, en el limo y en las condiciones del experi-

mento, el ácido fosfórico soluble en el agua se convirtió casi completamente en insoluble (85 por 100), pasando la menor parte al estado de fosfato bicálcico (el 33 por 100), y la mayor al estado de fosfato de hierro y alúmina (el 52 por 100). Al propio tiempo, las materias orgánicas y la acidez del abono producen una cantidad suplementaria bastante notable de ácido fosfórico soluble en el citrato.

Si se considera que en este experimento la dosis de abono fosfatado incorporada al suelo ha sido exagerada, no parece dudoso que en la práctica la fijación del ácido fosfórico soluble por el suelo sea completa. En efecto, es difícil de comprender que una tierra que puede absorber más de 3,000 kilogramos de ácido fosfórico soluble por hectárea, deje escapar una parte, cuando sólo se le incorpora, a lo sumo, 40 o 50 veces menos.

Hemos averiguado el efecto que producen en estos suelos las escorias de desfosforización finamente molidas y los fosfatos minerales. He aquí los resultados:

Acción recíproca del limo y de las escorias

		TIERRA DE LIMO con adición de escorias		
		Al principio	Al cabo de 7 meses	Diferencias
1.º LIMO DE HOUVILLE		Gramos	Gramos	Gramos
Acido fos- fórico.	total	2'144	2'144	»
	soluble en el citrato.	0'720	1'569	+0'849
	soluble en el ácido acético	0'710	0'625	-0'085
2.º LIMO DE CLOCHES				
Acido fos- fórico.	total	1'974	1'974	»
	soluble en el ácido acético	0'710	0'638	-0'072

Las escorias adicionadas a los limos de las mesetas se modifican completamente. El fosfato básico se convierte en fosfato casi completamente soluble en el citrato. La propor-

ción del fosfato soluble en el ácido acético disminuye un poco, pero lo que principalmente ocurre es lo precedente. Calculando los resultados por hectárea, observamos que de 4,392 kilogramos de ácido fosfórico añadidos, de los que 1,320 kilogramos son solubles en el citrato, después de transcurridos siete meses de contacto con la tierra, 2,547 kilogramos de ácido fosfórico insoluble en el citrato son solubles en este reactivo. El 82 por 100 queda insoluble.

Tales resultados manifiestan lo ventajoso del empleo de las escorias en las prácticas de la fertilización. En efecto, supóngase una estercoladura de 540 kilogramos de escorias que aportan al suelo 100 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea, de los que 30 kilogramos desde su origen ya son solubles en el citrato; de los 70 kilogramos insolubles, al cabo de algunos meses se habrán solubilizado 57, con lo que las cosechas habrán tenido realmente a su disposición 87 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el citrato y, por consiguiente, muy asimilable.

Acción recíproca del limo y los fosfatos

	LIMO DE HOUVILLE con adición de fosfato		
	Al principio	Al cabo de 7 meses	Diferencia
Acido fosfórico total	2'919	2'919	0
— soluble en el citrato.	0'284	0'810	+0'526
— soluble en el ácido acético.	0'037	0'329	+0'292

Respecto a los superfosfatos y a las escorias encontramos que, como en el caso anterior, se descubre la formación de ácido fosfórico soluble en el citrato: se han solubilizado 526 miligramos por kilogramo de tierra de los 2'239 gramos de fosfato insoluble proporcionados al suelo, lo cual corresponde a un 23 por 100. También se comprueba una ganancia de ácido fosfórico soluble en el ácido acético. Tal ventaja puede explicarse por la disgregación lenta del fosfato por la acción del agua cargada de ácido carbónico.

Si suponemos, como en el caso anterior, que hemos proporcionado al campo una estercoladura equivalente a 100 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea, en forma de fosfato mineral, la cosecha habrá tenido a su disposición durante los siete primeros meses, 23 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el citrato, mientras que las escorias habrán puesto a su disposición 87 kilogramos y los superfosfatos 100.

No es, pues, extraño que estercolando el suelo con los superfosfatos, las escorias y los fosfatos, en igual cantidad de ácido, sean los resultados completamente distintos.

La eficacia relativa de estos abonos, determinada por experimentos de cultivo, corresponde a las deducciones que acabamos de sacar.

La tabla siguiente lo corrobora:

	ASIMILABILIDAD RELATIVA SEGÚN	
	las experiencias de cultivo	el estudio actual
Superfosfatos.	100	100
Escorias.	95	87
Fosfatos minerales	33	23

Las dos tierras de *arcilla silicea* que, con el empleo de los superfosfatos, nos han dado los resultados que se consig- nan en la tabla siguiente, son suelos arenosos pobres en caliza. Los sequióxidos de hierro y la alúmina se encuentran en mediana cantidad. En unas y otras tierras, los abonos químicos producen resultados notables cuando están consti- tuídos por superfosfatos o por escorias mezcladas con nitrato sódico.

		TIERRA ADICIONADA con superfosfato		
		Al principio	Al cabo de 7 meses	Diferencia
TIERRA DE LA SABLONNIERE		Gramos	Gramos	Gramos
Acido fosfórico	total.	1'982	1'982	
	soluble en el citrato.	1'531	1'799	+0'268
	soluble en el ácido acético	1'585	0'971	-0'614
	soluble en el agua	1'304	0'208	-1'096
	soluble en el ácido acético, menos soluble en el agua.	0'281	0'763	+0'482
	soluble en el citrato, menos soluble en el agua	0'227	1'591	+1'364
TIERRA DE MANOUYAU				
Acido fosfórico	total.	2'042	2'042	
	soluble en el citrato.	1'488	1'865	+0'377
	soluble en el ácido acético	1'568	1'405	-0'163
	soluble en el agua	1'304	0'288	-1'016
	soluble en el ácido acético, menos soluble en el agua.	0'264	1'117	+0'853
	soluble en el citrato, menos soluble en el agua	0'184	1'577	+1'393

Las modificaciones sufridas por los superfosfatos en estas tierras arenosas de arcilla silícea son de la misma naturaleza que las observadas anteriormente en el limo de las mesetas.

El ácido fosfórico soluble en el agua desaparece rápidamente. La retrogradación alcanza un 84 por 100 en el primer suelo y 78 por 100 en el segundo. El término medio de 81 por 100, es algo inferior al obtenido en el limo. Pero, en realidad, esto no tiene ninguna importancia, porque las dosis de ácido fosfórico retrogradado son infinitamente mayores que las que pueden emplearse.

El ácido fosfórico retrogradado se encuentra en parte combinado con cal, puesto que se disuelve en el ácido acético, y también se halla combinado con los sesquióxidos de hierro y con la alúmina, pues se vuelve a encontrar mucho más soluble en el citrato. En el suelo de la Sablonnière, el

37 por 100 de ácido fosfórico soluble mezclado con la tierra queda fijado por los protóxidos; y en la tierra de Manouyau, ha sido fijado a razón del 65 por 100; los sesquióxidos han absorbido respectivamente el 47 y el 13 por 100.

El limo, aunque más abundante en caliza, ha formado más fosfato alúmino-férrico que los suelos arenosos que nos ocupan. La poca cantidad de arcilla coloidal que contienen lo explica mejor que su dosis de sesquióxidos. La alúmina hidratada ferruginosa de la arcilla tiene mejores condiciones para absorber el ácido fosfórico que los granos de arena ferruginosos y feldespáticos.

Igual que en el limo, se comprueba asimismo la ganancia de ácido fosfórico soluble en el citrato, comparándolo con el que contienen el suelo y el abono en su origen. Bajo la influencia de la humedad, la acidez del superfosfato y el ácido húmico han vuelto a actuar sobre las reservas insolubles. De éstas han sido disgregadas del 48 al 50 por 100.

Se observa, pues, que en las tierras arenosas formadas por arcilla silícea, el ácido fosfórico de los superfosfatos retrograda rápidamente, a pesar de la poca cantidad de caliza y de arcilla coloidal. Lo fijan la cal, la magnesia y los sesquióxidos. Las proporciones varían según las cantidades relativas de caliza y de óxidos hidratados alúmino-férricos que contiene el suelo. Este, si es más abundante en caliza, retiene el ácido fosfórico principalmente en estado de fosfato cálcico, y el menos abundante lo retiene en forma de fosfato de sesquióxidos.

No hemos estudiado la acción de las escorias en estos suelos. Los experimentos de cultivo demuestran que son muy eficaces. Todas las probabilidades son de que den el mismo resultado que en los suelos de limo.

Las *arcillas verdes del Perche*, a que pertenece la última muestra estudiada, sólo se refieren a una corta extensión de terreno de Eura y Loira. Estos suelos se encuentran de Nogent-le-Rotrou a Authon. La tierra que hemos empleado había sido recogida por nosotros en Saint-Cyr-la-Rosière, en el Orne.

Acción recíproca de los superfosfatos y de la arcilla verde del Perche

	TIERRA A LA QUE SE ADICIONÓ superfosfato			
	Al principio	Al cabo de 7 meses	Diferencia	
	Gramos	Gramos	Gramos	
Acido fosfórico	total	2'172	2'172	
	soluble en el citrato	1'498	1'901	+0'403
	soluble en el ácido acético	1'639	1'066	-0'573
	soluble en el agua	1'304	0'112	-1'192
	soluble en el ácido acético, menos soluble en el agua	0'335	0'954	+0'619
	soluble en el citrato, menos soluble en el agua	0'194	1'789	+1'595

La fijación del ácido fosfórico soluble es tan considerable como en los otros terrenos y alcanza un 91 por 100, o sean 4,560 kilogramos por hectárea. La cal (magnesia) y los sesquióxidos intervienen en el fenómeno de absorción. La primera retiene el 47 por 100 de ácido fosfórico soluble y los segundos el 44 por 100.

Durante el tiempo del experimento, también se produjo una modificación de los fosfatos insolubles que proporcionó una ganancia de 0'403 gramos de ácido fosfórico soluble en el citrato, que llegó al 44 por 100 en las reservas.

La tabla siguiente indica los resultados obtenidos en las escorias:

	TIERRA CON ADICIÓN DE ESCORIAS		
	Al principio	Al cabo de 7 meses	Diferencia
	Gramos	Gramos	Gramos
Acido fosfórico total	1'964	1'964	»
Acido fosfórico soluble en el citrato	0'450	1'287	+0'837
Acido fosfórico soluble en el ácido acético	0'754	1'018	+0'264

De 1,514 miligramos de ácido fosfórico insoluble en el citrato, se transformaron 837, que se convirtieron en solubles en este reactivo, o sea en proporción de 55 por 100. Al mismo tiempo el aumento de ácido fosfórico soluble en el ácido acético equivalió al 21 por 100. Este experimento confirma el antes citado. Las escorias se modifican extraordinariamente en el suelo, y estas modificaciones explican su gran eficacia.

En resumen, en el limo cuaternario, en la arcilla silícea y en las arcillas verdes del Perche, los abonos fosfatados estudiados producen los mismos efectos. El ácido fosfórico soluble queda absorbido en cantidad considerable. Fijándose en ello, es de ver cómo todo él se transforma en soluble en el citrato, y parte de él soluble en el ácido acético. Además, se comprueba en todos los casos un aumento de ácido fosfórico soluble en el citrato a expensas de las reservas solubles.

La tierra reacciona lentamente con los fosfatos naturales, mientras que las escorias quedan muy intensamente atacadas. Se concibe, pues, claramente que éstas tengan más influencia en el aumento de rendimiento.

A continuación recopilamos las conclusiones precedentes:

	ÁCIDO FOSFÓRICO					
	soluble fijado			insoluble convertido en asimilable		
	Total	Por la caliza	Por los sesqui-óxidos	De las reservas	De las escorias	De los fosfatos
	por 100	por 100	por 100	por 100	por 100	por 100
Limo de las me- setas.	85	33	52	39	82	23
Arcilla de silex .	81	51	30	49	»	»
Arcillas verdes .	91	47	44	44	55	»
Término medio.	86	44	42	44	69	23

Entre otras cosas, denota la intensidad de las reacciones según la diferente naturaleza del suelo.

VI.—ABONOS POTÁSICOS

Los principales abonos potásicos empleados por la agricultura son el cloruro potásico y el sulfato potásico.

Cloruro potásico.—Químicamente puro, el cloruro potásico es una sal blanca que cristaliza en cubos, de sabor salado. No es higroscópica como el cloruro sódico, y un litro de agua disuelve 300 gramos a la temperatura de 0° C.

Está constituida por la combinación del cloro y potasio. En cada cien partes de esta sal se encuentran:

Cloro	47·6
Potasio	52·4

Esta cantidad de metal alcalino corresponde al 61·3 por ciento de potasa u óxido potásico.

Pero los cloruros del comercio no tienen esta pureza. En Francia, los más ricos son los que proceden de las salinas de las remolachas o de las cenizas de los fueos, que contienen, por lo general, del 56 al 57 por 100 de potasa. A causa de la competencia alemana no se refinan hoy tanto los cloruros, y sólo contienen de 78 a 82 por 100 de sal, o sea por término medio el 50 por 100 de potasa.

Los cloruros procedentes de los pantanos salinos de la Camargue sólo contienen un 75 por 100 de cloruro potásico puro, o el 42 por 100 de potasa. Su origen se manifiesta por la presencia de sulfato magnésico.

Los cloruros alemanes proceden de los yacimientos de Stassfurt. En Francia, por lo regular, el comercio nos ofrece el cloruro cinco veces concentrado, con el 80 o el 85 por 100 de sal pura, o sea del 50 al 53 por 100 de potasa total.

Sulfato potásico.—El sulfato potásico es menos soluble en el agua que el cloruro. Un litro de agua a 12° C. sólo disuelve 105 gramos. Cristaliza en prismas rectos de base romboidal, inalterables al aire, duros, de sabor salado y amargo a la vez. Cuando es puro, contienen:

Acido sulfúrico anhidro	45·9
Potasa	54·1

Los sulfatos que emplea la agricultura proceden de las salinas, de las cenizas y de la kainita.

El sulfato potásico procedente de la salina de remolachas es por lo regular bastante rico, pues contiene de 95 a 96 por 100 de sal pura, con una dosis de 51 por 100 de potasa por término medio.

El sulfato potásico n.º 1 de Stassfurt contiene de 90 a 95 por 100 de sal pura y, por consiguiente, una dosis del 48 a 51 por 100 de potasa. Lo más corriente es que estos productos alemanes sólo contengan el 85 por 100 de sal pura y el 46 por 100 de potasa.

De esto nos parece fácil colegir que al comprar sales de potasa es indispensable exigir una garantía de una riqueza mínima de potasa soluble anhidra (KO). Estas sales pueden falsificarse con la mayor facilidad, por lo blancas y cristalinas, mezclándolas con cloruro sódico, sulfato sódico, sulfatos en bruto o cloruros mal refinados.

Se debe exigir al químico no sólo la dosificación de la potasa, sino también la del ácido sulfúrico y la del cloro, según lo que se compre sea sulfato o cloruro, porque la sola dosificación de la potasa por sí sola no indica su estado de combinación, y el sulfato es siempre más caro que el cloruro.

Por esto el sulfato de potasa es muy solicitado por la industria, y esta competencia debe preocupar a la agricultura. Además, el sulfato es de más costosa preparación que el cloruro. Es preciso ver si el exceso de coste del sulfato, en igualdad de riqueza en potasa (excedente por lo regular de 1/5 por grado), está compensado por una superioridad en el valor agrícola.

Las sales potásicas incorporadas al suelo por medio de un rastrilleo, en contacto con la humedad, empapan las partículas terrosas y se disuelven rápidamente. Las semillas en disposición de germinar que se ponen en contacto con estas soluciones, más o menos saturadas, se corroen y mueren. Es preciso, pues, esparcir las sales potásicas algún tiempo antes de la siembra para que, por efecto de las lluvias, se pueda filtrar la sal en el suelo, y entonces se dilatan al disolverse.

La solución de sales potásicas incorporada al suelo me-

dian­te las aguas pluviales, fija la potasa en las partículas terrosas. Esta fijación se efectúa en la arcilla y el mantillo, después de intervenir el carbonato cálcico, que transforma las sales que nos ocupan en carbonato potásico, dejando como residuos sulfato o cloruro cálcicos. Esta propiedad particular y muy notable de las tierras, impide que los abonos potásicos, naturalmente solubles, sean arrastrados por las aguas del suelo. Por lo regular, se encuentra poca cantidad de potasa en las aguas corrientes.

El poder absorbente del suelo fija de tal modo la potasa, que sólo $1/5$ llega a 22 centímetros de profundidad en un terreno de mediana composición; y aun esta parte queda absorbida antes de los 50 centímetros de profundidad.

Por ejemplo, un campo de Rothamsted recibió en veintidós años 1,133 kilogramos de potasa en los abonos, y las cosechas extrajeron 369 kilogramos. El análisis encontró en la primera capa de 22 centímetros de espesor 530 kilogramos. Por lo tanto, sólo llegaron al subsuelo 234 kilogramos en veintidós años, o sean 11 kilogramos por año.

Según los experimentos de Way, los suelos pueden absorber de 1 a 3 gramos de potasa por kilogramo en un mínimo de 3,000 kilogramos por hectárea.

En las tierras francas, arcillo-calcáreas o humo-calcáreas, se pueden emplear sin temor alguno los abonos potásicos con anticipación. De esta manera se reparten fácilmente, transformándose en carbonato potásico al fijarse en las partículas terrosas. Tanto el sulfato como el cloruro, en estas buenas condiciones, no ofrecen ningún inconveniente.

Las tierras calcáreas, propiamente dichas, y los suelos gredosos, a los que por lo regular les falta mantillo y arcilla, son incapaces de retener la potasa soluble, pues enseguida queda arrastrada por las aguas que atraviesan el suelo. Por lo tanto, no deben en estas tierras incorporarse las sales potásicas con anticipación. Sólo se pueden dar con la última labor que precede a la siembra y en la cantidad estrictamente necesaria para una sola cosecha. Por otra parte, estos suelos son los más necesitados de abonos potásicos.

En los suelos arenosos pobres en mantillo y muy permea-

bles, las propiedades absorbentes son muy débiles. En estos terrenos deben emplearse los abonos potásicos con las mismas precauciones tomadas en las cretas.

Si las tierras son ácidas y turbosas, a pesar de su riqueza en materia húmica, no retienen la potasa, que la arrastran las aguas pluviales, porque falta caliza, y es imposible la transformación del sulfato o del cloruro en carbonato potásico, e impide la absorción. En estos casos se emplearán los abonos potásicos en cortas dosis, repitiéndose las aplicaciones a cada cosecha.

En las tierras no calcáreas ni arenosas ni arcillosas ni turbosas, si el análisis del suelo revela pobreza en potasa, lo cual indica la necesidad de suministrar este abono, será indispensable, para asegurar el éxito de las estercoladuras, encalar y margar el terreno.

La incorporación de caliza a los suelos es necesaria para que el sulfato y cloruro potásicos se transformen en el suelo y se fijen y pierdan su causticidad perjudicial a las raíces. Conviene, pues, tener en cuenta los efectos de decalcarización en los suelos pobres en carbonato cálcico.

Kainita.—La kainita es una mezcla de sulfato potásico y sulfato magnésico, con proporciones variables de cloruro magnésico y cloruro sódico.

En bruto, este mineral tiene la siguiente composición media:

Agua.	14'0
Sulfato potásico	24'0
Sulfato magnésico	16'5
Cloruro magnésico	13'0
Cloruro sódico.	31'0
Sulfato cálcico.	1'5

La única substancia útil de este mineral es la potasa, que se encuentra en la proporción del 12'96 por 100.

La sal marina o cloruro sódico, que es otro componente de la kainita, no tiene ninguna utilidad, y lo mismo sucede con el sulfato magnésico.

Pero el *cloruro magnésico* es una sal completamente perjudicial a la vegetación; por esto no es recomendable el em-

pleo de la kainita en bruto. Generalmente, para el cultivo se vende kainita preparada, es decir, calcinada al rojo para destruir el cloruro magnésico, y en su lugar queda magnesia calcinada que no ofrece ningún inconveniente.

Al comprar kainita se debe exigir la garantía de que contiene, aproximadamente, el 12 por 100 de potasa anhidra y que no hay cloruro magnésico.

Esta sal es muy delicuescente y por ello muy difícil de conservarla en sacos.

La kainita abunda en los yacimientos de New-Stassfurt y de Leopoldo-Hall, lo mismo que en Kalusz, en la parte oriental de los Cárpatos.

Varios abonos potásicos.—Ya hemos hablado del nitrato potásico, al describir los abonos nitrogenados. Hemos señalado sus ventajas y sus inconvenientes. Es inútil volver a tratar de lo mismo, excepto para decir que proporciona la potasa a un precio más elevado que el sulfato y el cloruro, por lo cual deben preferirse éstos, excepto en algunos casos especiales que ya indicaremos al ocuparnos de la estercoladura especial de las plantas.

El *carbonato potásico*, puro, es una sal blanca cristalizada, cáustica, que contiene:

Potasa	68.11
Acido carbónico	31.89

El comercio le da el nombre de *potasa*, y se emplea mucho en la industria de los jabones y de los vidrios. Además, su precio es siempre demasiado elevado para emplearlo como abono.

Los carbonatos potásicos del comercio proceden, unas veces de la descomposición del sulfato potásico y otras de las cenizas de la combustión de maderas y de salinas de las fábricas de azúcar de remolacha. Joulie les asigna la siguiente composición media:

Carbonato potásico	87.14
Cloruro potásico	3.20
Sulfato potásico	1.97
Carbonato sódico	6.30
Agua, etc.	1.39

Los carbonatos potásicos procedentes de los rezumos contienen:

Carbonato potásico.	76'45
Carbonato sódico.	4'59
Sulfato potásico	4'24
Cloruro potásico.	7'28
Agua, etc.	7'44

La dosis de potasa en esta sal varía entre el 52 y el 63 por 100.

Se extrae de las aguas madres de los pantanos salinos un producto potásico que contiene de 9 a 11 por 100 de potasa. Las *salinas* del Mediodía tienen la siguiente composición:

Sulfato potásico	18'1
Sulfato magnésico	14'8
Cloruro magnésico	14'0
Cloruro sódico.	20'7
Agua, etc.	22'4

La abundancia de sales de magnesia y, sobre todo, de cloruro magnésico, dificulta el empleo de estas salinas. Deben enterrarse con bastante anticipación en los suelos áridos, porque, de lo contrario, podrían perjudicar a la vegetación y quemar las plantas. Para destruir el cloruro magnésico sería conveniente calcinarlo como la kainita,

Evaporando y después calcinando los vinagres flojos de las destilerías de melaza, se obtiene un residuo muy abundante en potasa, que se vende como abono con el nombre de *salinas de remolachas*, y contienen por término medio:

Carbonato potásico.	35
Carbonato sódico.	16
Cloruro potásico	17
Sulfato potásico	6
Materias insolubles.	9
Agua.	18

Durante la calcinación se forma, por lo regular, algo de cianuro. Cuando la proporción es poco elevada, no es de temer; sin embargo, es preciso averiguar en todos los casos,

por medio del análisis y antes de comprar este producto, qué cantidad de este veneno contiene.

Los rezumos que impregnan la lana se extraen lavándolas con agua, y concentrándola. Luego se deseca y calcina el residuo, que contiene:

Carbonato potásico.	86'8
Cloruro potásico.	6'2
Sulfato potásico	2'8
Sílice, agua, etc.	4'2

Las cenizas vegetales son, por lo regular, bastante abundantes en potasa. En los páramos se queman helechos, brezos y retamas, cuyas cenizas carbonosas, abundantes en potasa, se emplean como abono. Petermann les asigna la siguiente composición:

Cenizas de helechos.	28'90	por 100 de potasa
— de brezos.	16'50	— —
— de retama	31'35	— —

Las cenizas de fuco también abundan en potasa, pues contienen del 6 al 15 por 100.

Pero las cenizas de leña procedentes de los hogares domésticos o industriales, son las más generalizadas. Su contenido en potasa varía según la clase y origen. He aquí su análisis, según diferentes autores:

	Potasa	Acido fosfórico
Encina.	8 a 16	6 a 8
Haya	8 a 12	5 a 7
Olmo	20 a 25	8 a 10
Alamo	10 a 15	10 a 13
Pino.	10 a 15	3 a 4

La parte mayor de la potasa de cenizas se halla en estado de carbonato y una corta proporción en el de sulfato y silicato. Igual que los demás abonos potásicos, a causa de la variedad de su contenido, las cenizas deben comprarse previo análisis, que garantice la cantidad de potasa y ácido fosfórico.

En 1880 empleamos en el cultivo del tabaco un abono

potásico, remitido por Kuhlmann. Era un hollín de las retortas de los hornos de prusiato potásico. La acción de este producto fué satisfactoria. Grandeau halló la siguiente composición:

Sulfato potásico	64'23
Cloruro potásico	2'37
Sulfato potásico	0'35
Exceso de potasa	0'15
Residuo insoluble en el agua	25'07
Agua, etc.	7'83
(Potasa pura anhidra	36'67)

El *sulfocarbonato potásico*, que se ha empleado mucho en el tratamiento de las viñas atacadas de filoxera, es una combinación de sulfuro de carbono y sulfuro potásico. En el comercio se encuentra en forma de disolución densa, de apariencia aceitosa, color amarillo rojizo obscuro y olor sulfuroso. Colorea intensamente el agua. Su densidad es de 35 a 40° Baumé. Contiene del 18 al 22 por 100 de potasa y del 16 al 18 por 100 de sulfuro de carbono. Además de su acción insecticida, este producto es un verdadero abono potásico.

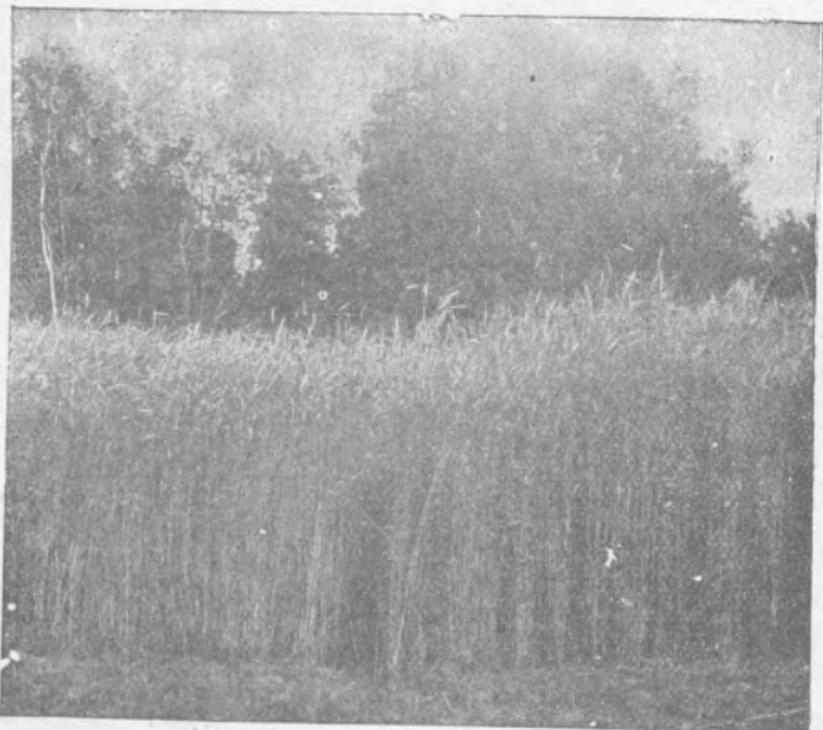
ACCIÓN DE LOS ABONOS POTÁSICOS

Los abonos potásicos no tienen la importancia general de los abonos nitrogenados o fosfatados, y la mayoría de los agrónomos, basándose en la riqueza de los suelos en potasa atacable por los ácidos enérgicos, tienden a excluir el empleo de estos abonos en la mayoría de las tierras.

Grandeau opina que su aplicación en los suelos de Lorena es poco ventajosa. Con Colomb-Pradel, en diferentes lugares de la Beauce, hemos reconocido que raras veces son útiles estos abonos potásicos, porque en muy pocas ocasiones resarcen su coste los excedentes de cosecha. Además, lo comprobado en la Beauce y en la Perche, puede también aplicarse al país de Caux, el Vexin, la Picardía, el Artois y Flandes, cuyos suelos pertenecen al grupo de las formaciones terciarias y cuaternarias. En la Meseta Central, Bretaña, la Vendée, el Maine, Anjou, Cotentin y el Bocage norman-

do, cuyos suelos están constituidos unas veces por terrenos primitivos y otras por terrenos eruptivos, parece ser completamente inútil el empleo de la potasa. Sucede lo propio en los suelos liásicos del Nivernais.

Sin embargo, no es menos cierto que en algunos casos particulares se obtienen con los abonos potásicos resultados



Superfosfato solo.

Superfosfato y potasa.

Fig. 47.—Acción de las sales potásicas en el centeno en tierra gredosa de Champaña.

muy ventajosos cuando *el suelo es pobre en potasa asimilable* (fig. 47). A continuación damos algunos ejemplos de su eficacia, y cuando tratemos de la estercoladura racional de las tierras, volveremos a hablar sobre el particular para demostrar en qué casos especiales es preciso recurrir a su empleo.

En el campo de demostración escolar anexo a la Escuela primaria superior de Bonneval, que dirige desde su funda-

ción el señor Singlas, los abonos potásicos, por excepción digna de mencionar en Beauce, producen un efecto bastante notable. El cuadro siguiente resume los resultados obtenidos en diversos cultivos durante cuatro años consecutivos:



Abono sin potasa
1,820 kg. grano y 2,800 kg. paja.

Abono con potasa
2,280 kg. grano y 2,900 kg. paja.

Fig. 48.—Trigo en suelo arcillo-silíceo del Marne Alto.—Experimento de Petit-Brisson en Louze.

	Excedentes de rendimiento			
	Abono completo		Sin potasa	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Trigo (4 cosechas) . . .	9'1	27'8	2'8	13'0
Avena (4 cosechas) . . .	5'5	11'5	4'7	7'0
Cebada (3 cosechas) . . .	6'6	15'0	3'8	17'4

	Excedentes de rendimiento	
	Abono completo	Sin potasa
	Raíces Quintales	Raíces Quintales
Patatas	68'1	20'7
Zanahorias forrajeras	174'0	75'0
	Heno	Heno
Pradera artificial (9 cosechas)	18'8	1'0

En todos estos ensayos de cultivo, en suelo arcilloso, el empleo de la potasa dió resultados muy notables, como lo indica la tabla siguiente de los excedentes debidos a este abono:

	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales	Heno Quintales
Trigo	6'3	13'9	»	»
Avena	0'8	4'5	»	»
Cebada	2'8	»	»	»
Patatas	»	»	47'4	»
Zanahorias	»	»	99'0	»
Pradera artificial	»	»	»	17'8

El campo experimental de la Escuela de Bonneval es pobre en potasa asimilable, y, en efecto, sólo hemos encontrado por cada kilogramo de tierra seca 0'13 gramos de potasa soluble en el ácido nítrico débil con 0'13 gramos de acidez por 100, expresado en hidrógeno.

Allard, profesor especial de agricultura, comprobó en su campo experimental hechos análogos en un suelo removido de idéntica formación geológica. A continuación damos los excedentes medios de rendimiento debidos a la potasa y obtenidos en diversos cultivos, realizados de 1893 a 1900 inclusive (fig. 48):

1.º Cereales	Excedentes de rendimiento debidos a la potasa	
	Grano Quintales	Paja Quintales
Trigo (13 cosechas)	5'46	6'92
Avena (17 cosechas)	2'54	3'86
Cebada (10 cosechas)	2'83	3'34

2.º Leguminosas de semilla

Lentejas (3 cosechas)	5'4	7'7
---------------------------------	-----	-----

3. ^o <i>Plantas escardadas</i>	Raíces o tubérculos Quintales
Patatas (6 cosechas)	45'1
Remolachas (6 cosechas)	89'1
Zanahorias	163'7

4. ^o <i>Forrajes verdes</i>	Hierba Quintales
Maíz (10 cosechas)	82'6
Moha (10 cosechas)	41'0
Arvejas de marzo (3 cosechas)	35'4
Guisantes moyuelos (3 cosechas)	25'2
Arvejas de invierno (3 cosechas)	14'0
Alpiste (2 cosechas)	11'7
Mijo (2 cosechas)	102'6
Alforjón (9 cosechas)	48'2

En este suelo sólo encontramos, por cada kilogramo de tierra normal seca, 0'11 gramos de potasa soluble en el ácido nítrico débil.

En nuestro campo experimental de Cloches hemos reconocido la utilidad del empleo de las sales potásicas, principalmente para las raíces, el trigo y la alfalfa. He aquí los resultados medios de diez años de experiencias:

	Excedentes			
	Abonó completo		Sin potasa	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Trigo (8 cosechas)	7'1	13'3	5'6	12'3
Avena (9 cosechas)	4'82	13'45	3'2	13'08
Cebada (2 cosechas)	5'5	12'25	5'0	10'5
		Heno Quintales		Heno Quintales
Alfalfa (8 cosechas)		14'75		11'8

	Excedentes	
	Abono completo	Sin potasa
	Raíces Quintales	Raíces Quintales
Remolachas forrajeras (2 cosechas)	145'0	106'0
Remolachas de azúcar (1 cosecha)	181'6	156'5
Patatas (1 cosecha)	109'0	55'0
Zanahorias forrajeras	205'0	165'0

Los excedentes de cosecha, debidos a la potasa, son los siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales	Heno Quintales
Trigo	1'3	2'0	»	»
Avena	1'62	0'37	»	»
Cebada	0'50	1'75	»	»
Alfalfa	»	»	»	2'93
Remolachas forrajeras.	»	»	39'0	»
Remolachas de azúcar.	»	»	25'1	»
Patatas	»	»	54'0	»
Zanahorias	»	»	40'0	»

El efecto de la potasa resulta evidente en la alfalfa y las raíces, mientras que en los cereales no es tan notable.

Este suelo, abundante en potasa total atacable por el ácido fluorhídrico, y en potasa atacable por el ácido nítrico hirviente, es pobre en potasa asimilable, soluble en el ácido cítrico o el ácido nítrico de igual acidez. Sólo encontramos 0'17 gramos por kilogramo de tierra normal seca.

En los campos de experimentación escolar que establecimos en Eura-Loira, obtuvimos, por término medio, resultados notables del empleo de abonos potásicos. A continuación damos los excedentes medios, comprobados en porciones de terreno con abono completo y en otros sin potasa:

	Abono completo		Sin potasa	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
Trigo (1898-99; 14 campos) . .	10'03	18'39	4'86	9'60
Cebada (1897; 12 campos) . .	9'50	15'30	5'90	9'97
Avena (1900; 15 campos) . .	3'62	7'30	2'74	5'2
			Raíces	Raíces
Remolachas (1898; 14 campos).			80'6	47'9
Patatas (1901; 16 campos) . .			49'0	34'2

Los excedentes debidos a la potasa fueron los siguientes:

	Grano Quintales	Paja Quintales	Raíces Quintales
Trigo	5'17	8'79	»
Cebada	3'60	5'33	»
Avena	0'88	2'10	»
Remolachas	»	»	32'7
Patatas	»	»	14'8

La riqueza en potasa asimilable en los diferentes terrenos oscila entre 0'11 y 0'25 gramos por kilogramo de tierra normal, y 0'16 gramos por término medio.

En una tierra arcillosa de Brie, obtuvo Zalla los siguientes resultados con el empleo de la potasa en cultivo de alfalfa:

	Quintales
Sin potasa	45'75
Con 230 kilogramos de potasa	53'90
Excedente debido a la potasa.	<u>8'15</u>

Este terreno, según el análisis de Joulie, contenía 1'60 gramos de potasa soluble en el agua regia por kilogramo de tierra fina.

En los suelos gredosos de la Champaña, donde por lo regular escasea la potasa asimilable, Rohans obtuvo cerca de Reims, en el cultivo del trigo, los siguientes resultados:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Abono completo.	27'85	70'00
Sin potasa	<u>10'15</u>	<u>40'25</u>
Excedente debido a la potasa	17'70	29'75

En el Aube, con cultivo de trigo, Seurat cosechó:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Abono completo.	23'0	46'2
Sin potasa	<u>12'6</u>	<u>3'6</u>
Excedente debido a la potasa	10'4	12'6

En los terrenos derivados de las calizas jurásicas, la potasa asimilable se halla generalmente en muy poca cantidad. En una pradera de esta naturaleza, Colín obtuvo:

	Heno Quintales
Abono completo.	33'33
Sin potasa	<u>30'28</u>
Excedente debido a la potasa	3'05

Los suelos arenosos de los páramos de Gascuña están en

el mismo caso, según experimentos de Gayon, director de la Estación agronómica de Burdeos.

Los suelos turbosos son también pobres en potasa asimilable. En el cultivo de la colza, obtuvo Rimpeau, en Cunrau, sin estercoladura, una cosecha proporcional a 7; el ácido fosfórico aumentó el rendimiento a 12; la potasa sola a 13, y la mezcla de ácido fosfórico y potasa a 43.

En un prado turboso de Aisne, obtuvo Giot, maestro de escuela de Pierrefonds, los siguientes resultados:

	Heno Quintales
Sin abono	28·88
Kainita (1,000 kilogramos).	26·37
Escorias (1,000 kilogramos)	58·20
Escorias y kainita.	69·00
Excedente a favor de la potasa	10·80

Lechatier, en suelo granítico abundante en potasa total, obtuvo en el cultivo del trigo:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Abono sin potasa	14·48	22·81
Abono completo.	23·67	22·79
Excedente debido a la potasa	9·19	0·02

En el cultivo de las chufas o cotufas se comprobó que la potasa sola aumentaba en gran manera el rendimiento, si el suelo era granítico y contenía 3 gramos de potasa atacable por el ácido nítrico en caliente. La cosecha fué:

	Tubérculos Quintales
Sin abono	200·0
Cloruro potásico	350·0
Excedente debido a la potasa	150·0

Por último, diremos que estos experimentos parecen suficientes para demostrar que no deben menospreciarse sistemáticamente los abonos potásicos, porque en muchas comarcas, tenidas por abundantes en potasa, hay muchos suelos en que los abonos potásicos serían eficaces, y lo mismo sucede en los suelos gredosos, arenosos y turbosos.

VII.—LEGISLACIÓN, SINDICATOS, VALOR COMERCIAL DE LOS ABONOS

Reglamento del comercio de abonos

El comercio de abonos está reglamentado en Francia por la ley de 4 de febrero de 1888, que tiende a la represión de las falsificaciones. He aquí el texto:

ARTÍCULO PRIMERO. — Serán castigados con prisión de seis días a un mes y multa de 50 a 2,000 francos, o con una de estas dos penas solamente:

Los que en la venta de abonos o enmiendas hayan engañado o tratado de engañar al comprador en la naturaleza del producto, o en la composición o dosificación de los elementos útiles que contiene, en su procedencia, en su empleo, o designándolos con un nombre que el uso dé a distintos elementos fertilizantes.

En caso de reincidencia durante los tres años siguientes a la primera condena, la pena podrá llegar a dos meses de prisión y a 4,000 francos de multa.

Todo esto sin perjuicio de aplicar el párrafo 4 del artículo 1.º de la ley del 1.º de agosto de 1905, relativo a las falsificaciones de las cantidades expedidas (1), y de los artículos 7.º, 8.º y 9.º de la ley del 23 de junio de 1857, concerniente a las marcas de fábrica y comercio.

ART. 2.º (2). — En los casos previstos en el artículo precedente, los tribunales tendrán derecho, aparte de las penas anteriormente citadas, a ordenar que la sentencia se publique parcial o totalmente en los periódicos que se indiquen, o fijada en las puertas de la casa y talleres o almacenes del vendedor y en las puertas del ayuntamiento, en su domicilio y en el domicilio del comprador.

(1) Modificado de esta manera por la ley de 1.º de agosto de 1905.

(2) Este artículo está substituído por el artículo 7.º de la ley del 1.º de agosto de 1905, que dice así: «El tribunal podrá ordenar, en todos los casos, que la sentencia se publique íntegra o sólo algunos párrafos en los periódicos que designe y poner un cartel en el lugar que indique, particularmente en las puertas del domicilio, de los almacenes, fábricas y talleres del sentenciado, quien satisfará las costas de publicación, que no podrán exceder del máximo de la multa.

»Cuando se ordene la publicación, el tribunal determinará el tamaño del cartel y los caracteres tipográficos en que se deba imprimir.

»En éste y en todos los otros casos en que los tribunales están autorizados para ordenar la fijación de la sentencia, como penalidad para la represión de las falsificaciones, deberán también indicar el tiempo que ha de durar la fijación del cartel, sin que pueda exceder de siete días.

»En caso de supresión, disimulación o laceración parcial o total de los car-

En caso de reincidencia durante los cinco años, estas publicaciones y fijaciones serán siempre ordenadas de nuevo.

ART. 3.º — Serán castigados con multa de 11 a 15 francos los que, en el momento de la entrega, no hayan puesto en conocimiento del comprador, con arreglo a las condiciones indicadas en el artículo 4.º de la presente ley, la procedencia natural o industrial del abono o estiércol vendido y los principios fertilizantes que contiene.

En caso de reincidencia durante los tres años, se podrá aplicar la pena máxima de cinco días de cárcel.

ART. 4.º — Las indicaciones a que se refiere el artículo 3.º se expresarán en el mismo contrato, en el duplicado de comisión que se entrega al comprador en el momento de la venta o bien en la factura que se remita en el momento de la entrega.

La cantidad de principios fertilizantes que contenga, estará expresada por el peso de nitrógeno o ácido fosfórico y potasa contenidos en cada 100 kilogramos de mercancía facturada tal como se entrega, indicando la naturaleza o el estado de combinación de este cuerpo, según las prescripciones del reglamento de administración pública a que alude el artículo 6.º.

Siempre que la venta haya sido hecha con estipulación del precio, después de analizada la muestra extraída en el momento de la entrega, la indicación previa de la cantidad exacta de elementos fertilizantes que contenga no será obligatoria; pero se deberá mencionar el precio del kilogramo de nitrógeno, de ácido fosfórico y de potasa contenidos en el abono, tal como se ha entregado y, además, es preciso indicar el estado de combinación en que se encuentran estos principios fertilizantes. Si no hay contrato previo, ni acuse de recibo por parte del comprador, el cumplimiento de las prescripciones precedentes se justificará en caso necesario por medio de una copia de las cartas del vendedor, o por su registro de facturas regularmente llevado al día y que contenga el enunciado prescrito en este artículo.

ART. 5.º — Las disposiciones de los artículos 3.º y 4.º de la presente ley no serán aplicables a los que hayan vendido con su denominación corriente estiércoles, materias fecales, compuestos, basuras de

tales ordenados por el tribunal sentenciador, se procederá de nuevo a la ejecución íntegra de las disposiciones de la sentencia relativas al fijamiento de la condena.

• Cuando la supresión, disimulación o laceración total o parcial haya sido hecha voluntariamente por el sentenciado, o bien instigada o mandada por él, será castigado con una multa de 50 a 1,000 francos.

• La reincidencia de supresión, disimulación o laceración voluntaria del cartel por el sentenciado, o bien instigada u ordenada por él, será castigada con prisión de 6 días a un mes y multa de 100 a 2,000 francos.

• Cuando la fijación del cartel haya sido ordenada en la puerta del almacén del sentenciado, la ejecución de la sentencia no podrá quedar entorpecida por la venta del establecimiento del comercio realizada posteriormente a la primera decisión que haya ordenado fijar la sentencia. •

ciudades, desperdicios de los mercados, residuos de cervecerías, fucos y otras plantas marinas que sirven para abono, residuos frescos de mataderos, marga, veta, arenas cenagosas y conchídeas, cal, yeso, cenizas u hollín procedentes de la hulla u otros combustibles.

ART. 6.º — Un reglamento de administración pública indicará los procedimientos de análisis que deberán seguirse para determinar las materias fertilizantes de los abonos, y además dictará cuantas medidas deban adoptarse para asegurar la ejecución de la presente ley.

ART. 7.º — Queda derogada la ley del 27 de julio de 1867.

ART. 8.º — La presente ley es aplicable a Argelia y las colonias.

El 10 de mayo de 1889 se publicó el reglamento de conformidad con el artículo 6.º de la ley precedente. Desde la promulgación de la ley del 1.º de agosto de 1905 relativa a la represión de las falsificaciones en la venta de las mercancías, de las falsificaciones de los productos alimenticios y de los productos agrícolas, se ha publicado un nuevo decreto, que deroga el precedente, y cuyo texto es como sigue:

DECRETO

(3 de mayo 1911)

reglamento de administración pública para la aplicación de la ley del 4 de febrero de 1888 referente a la represión de las falsificaciones en el comercio de los abonos (Diario oficial del 20 de mayo de 1911).

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA FRANCESA,

Según el informe del ministro de Agricultura,

Vista la ley del 4 de febrero de 1888 relativa a la represión de las falsificaciones en el comercio de los abonos y especialmente su artículo 6.º, que dice así:

«ART. 6.º — Un reglamento de administración pública indicará los procedimientos de análisis que deberán seguirse para determinar las materias fertilizantes de los abonos y establecerá cuantas medidas deban adoptarse para asegurar la ejecución de la presente ley»;

Visto el decreto de 10 de mayo de 1889, que contiene un reglamento de administración pública para la aplicación de la antedicha ley de 4 de febrero de 1888 concerniente a la represión de las falsificaciones en el comercio de los abonos;

Visto el decreto de 31 de julio de 1906 que reglamenta las ex-

tracciones, análisis e informes para la represión de las falsificaciones de bebidas, productos alimenticios y productos agrícolas;

Oído el Consejo de Estado,

DECRETA :

ARTÍCULO PRIMERO.—Todo vendedor de abono o enmienda diferentes de los mencionados en el artículo 5.º de la ley del 4 de febrero de 1888, está obligado a indicar en el contrato de venta, o en el duplicado de comisión entregado al comprador en el momento de la entrega o expedición del abono o enmienda:

1.º El nombre de dicho abono o enmienda;

2.º Su naturaleza o la designación para que se puede distinguir de cualquier otro abono o enmienda;

3.º Su procedencia, es decir, el nombre de la fábrica o de la casa que lo ha fabricado o mandado fabricar, si se trata de un producto industrial, o el lugar geográfico del cual se ha extraído, si se trata de un abono natural puro, o simplemente escogido y pulverizado.

ART. 2.º—Las indicaciones prescritas por el artículo precedente, deben completarse con la composición del abono o enmienda.

Esta composición debe expresarse por el peso de los elementos fertilizantes contenidos en cada 100 kilogramos de la mercancía facturada tal como se ha entregado y expresadas a continuación:

Nitrógeno nítrico;

Nitrógeno amoniacal;

Nitrógeno orgánico;

Acido fosfórico en combinación soluble en el agua;

Acido fósforico en combinación soluble en el citrato amónico;

Acido fosfórico en combinación insoluble;

Potasa en combinación soluble en el agua.

Además, al tratar del nitrógeno orgánico, del nitrógeno amoniacal y de la potasa en combinación soluble en el agua, deben mencionarse el origen de los mismos o indicar la materia primordial de que proceden.

En todo caso, la cantidad de principios fertilizantes que contienen por cada 100 kilogramos de abono se expresará en nitrógeno elemental (N.), en ácido fosfórico anhidro (Ph_2O_5) y en potasa anhídrida (K_2O).

Las palabras «por cien» en la indicación de la dosis deben escribirse con todas sus letras.

ART. 3.º—Cuando la venta se efectúe con estipulación del precio, según el análisis de una muestra extraída en el momento de la entrega, no es obligatorio indicar la composición del abono tal como se exige en el artículo 2.º, pero el vendedor habrá de mencionar, además de las prescripciones del artículo 1.º:

El precio del kilogramo de nitrógeno amoniacal;

El precio del kilogramo de nitrógeno orgánico;

El precio del kilogramo de nitrógeno nítrico;

El precio del kilogramo de ácido fosfórico en combinación soluble en el agua;

El precio del kilogramo de ácido fosfórico en combinación soluble en el citrato amónico;

El precio del kilogramo de ácido fosfórico en combinación insoluble;

El precio del kilogramo de potasa en combinación soluble en el agua.

Además, deben mencionarse el origen del nitrógeno orgánico, del nitrógeno amoniacal y de la potasa en combinación soluble en el agua, o indicar la materia primaria de que proceden.

El precio será siempre proporcional al kilogramo de nitrógeno elemental (N.), de ácido fosfórico anhidro (P_2O_5) y de potasa anhidra (K_2O).

ART. 4.º — La Comisión permanente instituída por decreto de 31 de julio de 1906 para examinar las cuestiones de orden científico que trae consigo la aplicación de la ley del 1.º de agosto de 1905 referente a la represión de las falsificaciones, quedará también encargada de las cuestiones técnicas relativas a la ejecución de la ley del 4 de febrero de 1888 que trata de los abonos.

ART. 5.º — Las infracciones de la ley del 4 de febrero de 1888 y del presente reglamento de administración pública, serán comprobadas por los oficiales de policía judicial y por las autoridades que, según el decreto del 31 de julio de 1906, son competentes para la toma de muestras sospechosas de falsificación.

ART. 6.º — La toma de muestras podrá efectuarse oficialmente en cualquiera circunstancia en los almacenes, tiendas, talleres, carros destinados al comercio, lo mismo que en los depósitos, mercados, ferias y plazas y en las estaciones o puertos de salida y entrada.

Las oficinas de administración pública están encargadas de proporcionar a los oficiales de policía judicial y agentes designados en el artículo 5 anterior, cualquier elemento de información necesario para la ejecución de la ley del 4 de febrero de 1888.

Las empresas de transporte están obligadas a no entorpecer las indagaciones para la toma de muestras, y además están obligadas a presentar las guías de itinerario, cartas de transporte, resguardos, conocimientos de carga y declaraciones que obren en su poder.

ART. 7.º — Toda toma constará de cuatro muestras: una destinada al laboratorio para su análisis, y las otras tres eventualmente destinadas a los peritos.

ART. 8.º — Todas las tomas de muestra estarán comprobadas por un juicio verbal extendido en papel ordinario.

En este juicio verbal deben mencionarse:

- 1.º Nombre, apellidos, calidad y residencia del demandante.
- 2.º Fecha, hora y lugar en que se ha efectuado la extracción.
- 3.º Nombre, apellidos, profesión, domicilio y residencia de la persona en cuyo domicilio se ha efectuado la toma de muestra. Si ésta se hace en el tránsito, deben mencionarse los nombres y domicilios de las personas cuyo nombre figure en las guías de transporte o conocimiento de carga como expendedores y destinatarios.
- 4.º Firma del demandante.

El juicio verbal debe contener un sucinto atestado de las circunstancias en que se ha efectuado la toma, indicar las marcas y marbetes de las envolturas o recipientes, la importancia de la partija de mercancía de muestra, y además cuantas indicaciones se consideren útiles para comprobar la autenticidad de las muestras tomadas y la identidad de la mercancía.

Se unirán al juicio verbal una copia del contrato de venta, del resguardo de comisión o de la factura.

El propietario o detentor de la mercancía o, si llega el caso, el representante de la empresa de transporte, puede añadir al proceso verbal cuantas declaraciones considere útiles y convenientes. Se le invita, además, a firmar el juicio verbal, y en caso de negativa, la hará constar el demandante.

ART. 9.º—Las tomas de muestra deben efectuarse de tal manera que, a ser posible, sean idénticas las cuatro muestras.

Con este objeto, los decretos del ministro de Agricultura, a propuesta de la Comisión permanente, determinarán por cada producto o mercancía la cantidad que se debe extraer, los procedimientos que deben seguirse para obtener muestras homogéneas y las precauciones convenientes para el transporte y conservación de estas muestras.

ART. 10.—Todas las muestras tomadas se sellarán sobre un marbete compuesto de dos partes de fácil separación y que puedan aproximarse posteriormente. Estas dos partes son:

1.º Un talón que sólo podrá quitar el químico en el laboratorio después de sellado.

Este talón expresará las indicaciones siguientes: nombre, naturaleza y composición del producto, fecha de la extracción, número del registro de las muestras en el momento de la recepción por el servicio administrativo mencionado en el artículo 12, que se expresa más adelante.

2.º Un volante que mencione lo mismo y además el nombre y dirección del propietario o detentor de la mercancía o, en caso de extracción en el camino, el nombre y dirección de los expendedores y destinatarios.

Este volante irá firmado por el demandante.

ART. 11.—Tan pronto como se hayan sellado las muestras, el agente judicial, si está en presencia del propietario o detentor de la mercancía, le intimará declaración del valor de las muestras tomadas.

El juicio verbal mencionará esta intimación y la respuesta dada.

Un talón de libro matriz se entregará al propietario o detentor de la mercancía con mención del valor declarado.

En caso de extracción en el camino, el representante de la empresa de transporte recibirá en fianza un resguardo que indique la naturaleza y cantidad de la mercancía extraída.

ART. 12.—El juicio verbal y las muestras se enviarán, en el plazo de veinticuatro horas, por el agente judicial a la prefectura del departamento en que se haya efectuado la extracción. En París y en la jurisdicción de la prefectura de policía, al prefecto de policía.

Sin embargo, para facilitar la aplicación de la ley, el ministro podrá autorizar el envío de las muestras a las subprefecturas o a cualquiera oficina administrativa.

La oficina administrativa que reciba este depósito lo registrará con número de entrada en las dos partes del marbete que lleva cada muestra, y a las veinticuatro horas siguientes transmitirá una de estas muestras al laboratorio del distrito en que se haya efectuado la extracción.

Únicamente el talón se enviará junto con la muestra al laboratorio.

El volante previamente despegado se unirá al juicio verbal.

Las otras tres muestras se guardarán en la prefectura.

ART. 13.—El análisis de las muestras de abonos o enmiendas estará a cargo de los laboratorios del Estado, de los departamentos y de los municipios en las condiciones previstas en el artículo 11 del decreto de 31 de julio de 1906.

ART. 14.—En el análisis de las muestras, los laboratorios sólo podrán emplear los métodos indicados por la Comisión permanente.

Estos medios están descritos en los decretos del ministerio de Agricultura de acuerdo con la Comisión permanente.

ART. 15.—El laboratorio que reciba una muestra para analizarla, informará en el término de los ocho días siguientes de los resultados del examen y de los análisis que se hayan hecho de esta muestra.

Este informe se remitirá al prefecto del departamento de que proceda la muestra, y en París o en la jurisdicción de la prefectura de policía, al prefecto de policía.

ART. 16. Si el informe del laboratorio no indica infracción de la ley del 4 de febrero de 1888, el prefecto avisará sin demora al interesado.

En este caso, si se pide el reembolso de las muestras, se evaluarán al precio que tenían el día de la extracción, y satisfará su importe el Estado por medio de un talón entregado por el prefecto previa presentación del resguardo previsto en el artículo 11.

ART. 17.—En caso de que el informe del laboratorio señale infracción de la ley del 4 de febrero de 1888, el prefecto lo transmitirá

inmediatamente al procurador de la República con el juicio verbal y las tres muestras reservadas.

ART. 18.—Los decretos del ministerio de Agricultura determinan en qué forma los laboratorios deben dar cuenta periódica a los prefectos de muestras analizadas, de los resultados de estos análisis y señalar los nuevos procedimientos de falsificación descubiertos por el análisis de las muestras.

ART. 19.—El procurador de la República advertirá al presunto autor de la falsificación que se le sigue causa y que puede enterarse del informe del director del laboratorio, concediéndole un plazo de tres días hábiles para manifestar si reclama un juicio verbal contradictorio.

ART. 20.—Si ha lugar a peritación, se procederá al nombramiento de dos peritos, uno designado por el juez de instrucción y el otro por el procesado, quien tendrá el derecho de renunciar a esta designación y conformarse con el dictamen del perito designado por el juez.

Los peritos se elegirán de las listas especiales formadas en cada jurisdicción por las audiencias o los tribunales civiles.

El procesado podrá elegir su perito de las listas formadas por la audiencia o el tribunal civil de la jurisdicción a que corresponda el punto de procedencia de la mercancía.

ART. 21.—A cada perito se le entregará una muestra. El juez de instrucción pondrá en conocimiento de los peritos los juicios verbales de extracción lo mismo que las facturas, guías de transporte, contratos de venta, comisiones y, en general, de todos los documentos que el procesado crea útil extender y que el juez haya exigido.

A los peritos no se les obligará a seguir determinado procedimiento. Actuarán libremente, juntos o separados, con derecho a emplear los procedimientos que tengan por conveniente.

Los dictámenes se formularán en el plazo fijado por providencia judicial.

ART. 22.—Si los peritos no están de acuerdo, designarán un tercero en discordia para resolver el asunto. Si no hay acuerdo para nombrar el tercer perito, lo nombrará el presidente del tribunal civil.

El tercer perito químico podrá elegirse entre los que no estén incluidos en las listas oficiales.

ART. 23.—Si no ha lugar a proceso o si la sentencia es absoluta, el reembolso del valor de las muestras se efectuará en las conducciones previstas en el artículo 16.

ART. 24.—Queda derogado el decreto de 10 de mayo de 1889.

ART. 25.—Se establecerá por decretos posteriores lo concerniente a Argelia y las colonias.

ART. 26.—El ministro de Agricultura queda encargado de ejecu-

tar el presente decreto, que se publicará en el *Diario Oficial* de la República francesa e inserto en el *Boletín Legislativo*.

Dado en París a 3 de mayo de 1911.

A. FALLIERES

Por el Presidente de la República:

El ministro de Agricultura,

J. PAMS

Este decreto quedó completado por la siguiente

DISPOSICIÓN MINISTERIAL

(15 mayo 1911)

fijando las medidas que deben tomarse para la extracción de las muestras de los abonos, enmiendas y productos para la destrucción de las criptogamas y otros parásitos. (Diario Oficial del 20 de mayo de 1911.)

EL MINISTRO DE AGRICULTURA,

Vista la ley de 4 de febrero de 1888 referente a la represión de las falsificaciones en el comercio de los abonos y enmiendas;

Visto el decreto del 3 de mayo de 1911 con el reglamento de administración pública de dicha ley y especialmente el artículo 9, que dice así:

«Las extracciones deben efectuarse de tal manera que las cuatro muestras sean en lo posible idénticas;

»Con este objeto, varias disposiciones del ministerio de Agricultura referentes a lo propuesto por la Comisión permanente, determinarán respecto de cada producto o mercancía la cantidad que se deba extraer y los procedimientos que deban emplearse para obtener muestras homogéneas, y, además, las precauciones que hayan de tomarse para el transporte y conservación de las muestras»;

Vista la ley del 4 de agosto de 1903 que reglamenta el comercio de los productos cúpricos anticriptogámicos;

Visto el decreto del 9 de octubre de 1906, con el reglamento de administración pública para la aplicación de dicha ley en lo concerniente a los procedimientos analíticos que deben seguirse para la determinación del cobre;

Vista la ley del 1.º de agosto de 1905 referente a la represión de las falsificaciones en la venta de las mercancías y el decreto del 31 de julio de 1906, con el reglamento de administración pública para la aplicación de la referida ley;

Oído el parecer de la Comisión permanente,

DISPONGO:

ARTÍCULO PRIMERO. — Toda extracción supone la incautación de cuatro muestras.

Estas cuatro muestras deben ser idénticas.

ART. 2.º—Las cantidades que deben extraerse y los procedimientos que han de seguirse para obtener muestras homogéneas, son las siguientes:

I.—*Productos anticriptogámicos*

Sulfato de cobre;
Sulfato de hierro;
Azufre;
Soluciones cúpricas;
Acetato básico de cobre o cardenillo;
Y productos heterogéneos.

Cada muestra, de 250 gramos aproximadamente, se colocará en un jarro de vidrio limpio y seco, que se tapaná inmediatamente con corcho, y será sellado.

En lo concerniente a las soluciones cúpricas, los cardenillos y, en general, los polvos formados por la mezcla de productos diferentes, la extracción de la muestra deberá hacerse observando rigurosamente las siguientes precauciones:

Cuando el producto esté contenido en una vasija o se venda en paquetes, debe desparramarse todo el contenido de la vasija ó del paquete sobre una hoja de papel. Luego, extendida la materia, se mezclará formando una capa uniforme, y se extraerá, de diferentes puntos de la masa, una cantidad de producto que sea aproximadamente de 1 kilogramo.

Esta cantidad, a su vez, se colocará sobre una hoja de papel, mezclándola bien y dividiéndola en cuatro montones iguales que constituirán las cuatro muestras.

Cuando el producto esté contenido en un saco y sea prácticamente imposible vaciarlo, se extraerá por medio de una sonda, de varios puntos de la masa, una cantidad de producto, aproximadamente de un kilogramo, que después se mezclará con las diferentes tomas, extendiendo la mezcla sobre una hoja de papel, y se procederá como anteriormente.

II.—*Abonos pulverulentos o con aspecto de sal*

Cada muestra de 250 gramos aproximadamente se colocará en una vasija de vidrio, limpia y seca, que se tapaná inmediatamente con un tapón de corcho sellado.

Cuando el producto esté en sacos, la extracción debe efectuarse en una muestra promedia obtenida de la siguiente manera:

Se abre uno de los ángulos del saco y se mete una sonda, dirigiéndola diagonalmente hacia el ángulo opuesto; se repite la misma operación sucesivamente en cada uno de los cuatro ángulos del saco y se reúne el producto así obtenido sobre una tela o sobre una hoja de papel.

Se procede de la misma manera en cierto número de sacos escogidos de entre todos al azar y luego se reúnen todas las extracciones y se mezclan cuidadosamente con la mano o por medio de una espátula y se coloca todo en un solo montón.

El producto, que siguiendo este procedimiento será lo más homogéneo posible, se extenderá en capa uniforme, de la cual se extraerá sistemáticamente de distintos puntos materia suficiente para llenar los cuatro frascos.

Cuando los abonos pulverulentos estén en un tonel, se harán en los dos fondos del tonel, por medio de una barrena, dos agujeros lo suficientemente grandes para que pueda introducirse en ellos la sonda, lo cual se verifica alejándose tanto como se pueda del eje del tonel. La mezcla se efectúa como ya se ha dicho anteriormente.

Cuando el abono esté en montones, puede también emplearse la sonda para extraer la muestra promedia, pero con cuidado de que la sonda penetre en el centro del montón, lo propio que hasta las partes inferiores. Si el montón es demasiado voluminoso para obtener este resultado, el mejor procedimiento consiste en abrir una zanja hacia el centro del montón y extraer después de distintos puntos las muestras por medio de una sonda (comprendiendo los que la zanja ha dejado libres).

III.—*Abonos pulverulentos*

La cantidad que deba extraerse para muestra será tanto mayor cuanto menos homogénea sea la materia.

Cuando el abono forme masa pastosa y compacta y esté colocado en sacos o toneles, es indispensable vaciar varios sacos tomados al azar, sobre el piso o bien sobre una losa previamente barrida, y se mezcla entonces con una pala el montón obtenido y se extrae de distintos puntos de este montón varias paletadas de abono. Esta nueva muestra formada se divide, se mezcla, se pulveriza o se tritura tanto como se pueda por medio de una maza o de un martillo, y, finalmente, se mezcla con la mano esta materia más o menos pulverulenta y se introduce en un frasco o en una caja metálica.

Cuando la muestra esté primitivamente en montón, se procede de la misma manera abriendo una zanja, como se ha explicado anteriormente.

En ningún caso se deben eliminar en una o en otra operación las piedras o las partes extrañas del abono, sino que han de entrar en la muestra extraída en la misma proporción en que se hallan en el abono.

Las materias poco homogéneas, desperdicios, trapos, etc., se colocan en montones y se mezclan bien por medio de una pala; y luego, de esta mezcla, se extrae con la mano de sitios diferentes un puñado de materia y se reúne el producto de todas estas extracciones. Entonces se mezcla bien de nuevo con la mano, y de este conjunto se extrae finalmente la muestra que ha de analizarse. Cuanto menos homogénea sea la materia, mayor habrá de ser la muestra destinada

al análisis. En algunos casos se han de extraer hasta 3 y 4 kilogramos de materia. Esta muestra se introduce en una caja metálica o bien en una caja de madera herméticamente cerrada.

Los abonos que formen pasta más o menos líquida (por ejemplo las basuras), pueden presentar dos casos: o bien son homogéneas y entonces basta mezclarlas con la pala y llenar un frasco, o bien se separan en dos partes (una más flúida y otra más consistente). En este caso es indispensable extraer de una y de otra, en proporción igual a la en que exista en la partija que se ha de analizar.

Las partes líquidas se remueven y en seguida, sin dar tiempo a que poseen, se extrae de ellas una cantidad proporcional.

Las partes sólidas se dividen con la azada, se extrae de ellas una muestra proporcional y se reúnen las dos partijas en un frasco de cuello ancho herméticamente tapado.

ART. 3. El jefe de Servicio de la represión de las falsificaciones queda encargado del cumplimiento de la presente disposición.

Dado en París a 15 de Mayo de 1911.

El ministro de Agricultura,
J. PAMS

Por último, los agentes del Servicio de represión de falsificaciones recibieron la siguiente circular:

REPÚBLICA FRANCESA

MINISTERIO DE AGRICULTURA

*Circular n.º 18 a los agentes de Servicio de represión
de falsificaciones*

(Diario oficial del 20 de mayo)

16 de mayo de 1911.

COMPROBACIÓN DE ABONOS Y PRODUCTOS ANTICRIPTOGÁMICOS E INSECTICIDAS

Por circular n.º 6, fecha del 28 de junio de 1908, uno de mis predecesores dispuso que las reglas del decreto de 31 de julio de 1906 para la comprobación de bebidas, productos alimenticios y productos agrícolas, eran aplicables a los productos *anticriptogámicos* (soluciones cúpricas y azufres), pero no a los abonos (fosfatos, superfosfatos, escorias, nitratos, sulfato amónico, sales potásicas etc.), para los que regía el decreto de 10 de mayo de 1889.

Derogado este decreto por el de 3 de mayo de 1911, que incluye la comprobación y análisis de abonos y enmiendas, en el cuadro general de la ley de 1.º de agosto de 1905, la toma de muestras de abonos, enmiendas, productos anticriptogámicos e insecticidas, em-

pleados en agricultura, se efectuará en lo sucesivo de conformidad con las reglas de costumbre y las siguientes modificaciones:

1.^a Redacción del juicio verbal

La ley de 1.^o de agosto de 1905 no obliga al vendedor de una mercancía a manifestar su naturaleza, calidad, composición u origen, pues sólo exige que la denominación de venta, dada libremente por el vendedor no contenga afirmaciones engañosas.

Pero el deber de manifestar la naturaleza y composición del producto vendido está prescrito por leyes especiales referentes a determinadas mercancías.

Los productos cúpricos, anticriptogámicos y los abonos y enmiendas están en este caso.

PRODUCTOS CÚPRICOS ANTICRIPTOGÁMICOS. — Respecto a estos productos, la ley de 4 de agosto de 1903 obliga al vendedor a manifestar al comprador en el boletín de venta y al propio tiempo en la factura, la cantidad de cobre puro que contienen cada 100 kilogramos de materia facturada tal como se ha expedido.

Sólo está dispensado de esta obligación cuando en la venta se estipula el precio después de hecho el análisis de una muestra extraída por cuenta de los interesados en el momento de la entrega, en cual caso debe indicar en la carta de aviso o en la factura, el precio del kilogramo en *cobre puro*.

Del conjunto de estas disposiciones, se infiere que cuando un producto cúprico se pone a la venta al por menor en vasijas o en paquetes, el embalaje debe indicar la cantidad centesimal de cobre puro que contiene el producto.

Evidentemente, esta indicación puede ir acompañada de una nota que indique la cantidad de sulfato de cobre contenida en el producto, pero en ningún caso es reglamentaria esta indicación.

La omisión de la nota indicadora de la cantidad de cobre puro que contiene el producto, es ya de por sí una infracción de la ley de 4 de agosto de 1903, sin necesidad de analizar muestras.

En todo caso, es de suma importancia que el juicio verbal haga constar cuidadosamente dicha omisión.

ABONOS Y ENMIENDAS — La ley de 4 de febrero de 1888 es mucho más rigurosa.

Por lo tanto, conviene averiguar en el momento de la toma de muestra si el vendedor se conforma con la ley de 4 de agosto de 1908 y con el decreto del 3 de mayo de 1911, que obliga al vendedor a informar al comprador de la naturaleza, procedencia y composición del abono, determinando estos requisitos en el contrato de venta entregado al comprador en el momento de la venta, o bien en una factura entregada o enviada al comprador en el momento de la entrega o de la expedición del abono o enmienda.

Por lo tanto, es indispensable añadir al juicio verbal copia de

estos documentos, cuya importancia se infiere de que el artículo 8 del decreto de mayo de 1911 sólo discrepa en este punto del artículo correspondiente del decreto del 31 de julio de 1906.

En dichos documentos ha de constar:

- 1.º El *nombre* del abono o enmienda;
- 2.º Su *naturaleza* o designación, que lo diferencien de cualquier otro abono o enmienda.
- 3.º Su procedencia, es decir, el nombre de la fábrica o de la casa que lo ha fabricado o hecho fabricar, si se trata de un producto industrial; o el lugar geográfico de que se ha extraído, si se trata de un abono natural, ya sea puro o simplemente escogido y pulverizado.
- 4.º Su *composición*.

Conviene definir todas estas palabras.

Nombre. — Por *nombre* se entiende la designación con que se conoce el abono o enmienda.

El artículo 1.º de la ley considera como engaño o tentativa de engaño, la designación de un abono con un nombre que se acostumbra a dar a otras substancias fertilizantes.

Naturaleza. — Por *naturaleza* se entiende el conjunto de las propiedades características de la mercancía, que la diferencian de las demás. Hay intento de engaño en la naturaleza del abono, cuando la indicación proporcionada al comprador en el contrato, en el duplicado de comisión o en la factura, se aplica a una mercancía diferente de las que se vende, o se pone en venta. Así, vender o poner a la venta cuero tostado con el nombre de sangre desecada, corozo pulverizado con el nombre de huesos pulverizados, turba tostada o coque de Boghead con el nombre de negro, esquisto pulverizado con el nombre de fosfatos, tierra rojiza con el nombre de guano, constituyen un engaño en la naturaleza del abono, porque las citadas materias no poseen todas las propiedades del abono cuyo nombre se les ha dado para venderlas o ponerlas a la venta, aunque tengan más o menos el mismo aspecto exterior.

De la misma manera, el nombre *negro* sólo puede aplicarse al negro de hueso, de lo contrario constituye un engaño. El nombre de *fosfato verde* sólo puede emplearse para designar los fosfatos naturalmente verdes. El nombre de *tortón animal* sólo puede emplearse para designar un abono de origen exclusivamente animal, y el adjetivo *orgánico* sólo puede servir para indicar un producto que proceda exclusivamente de una materia orgánica animal o vegetal.

Procedencia. — Si se trata de un producto natural, ya sea vendido tal como se extrae (*guano*), o simplemente escogido o pulverizado (*fosfatos minerales, sales potásicas, nitrato sódico, etc.*), se entiende por procedencia el lugar geográfico de que se ha extraído el producto.

Si se trata de un abono fabricado (superfosfatos, escorias de defosforización, cianamida, nitrato cálcico, abono mixto), debe indicarse el nombre de la fábrica o de la casa que lo fabrica o lo hace fabricar.

Composición. —Además, el vendedor tiene obligación de indicar la forma en que se encuentra el nitrógeno (N), el ácido fosfórico (Ph_3O_5) o la potasa (K_2O), contenidas en el abono; para lo cual ha de sujetarse a las indicaciones siguientes:

- Nitrógeno nítrico;
- Nitrógeno amoniacal;
- Nitrógeno orgánico;
- Acido fosfórico soluble en el agua;
- Acido fosfórico soluble en el citrato amónico;
- Acido fosfórico insoluble;
- Potasa soluble en el agua.

Debe también dar a conocer la cantidad de cada uno de estos elementos, por 100 kilogramos de abono, es decir, la dosificación por cien. Las palabras «por cien» estarán escritas con todas sus letras. El artículo 3 del decreto indica en qué circunstancias el vendedor está dispensado de esta indicación.

A fin de que no haya confusión acerca del alcance de la precedente sinonimia, conviene advertir que:

Nitrógeno nítrico designa el nitrógeno de los nitratos y de los nitritos.

Nitrógeno orgánico designa el nitrógeno de las materias orgánicas (sangre, cuero, lanas, cuernos, tortones).

Nitrógeno amoniacal designa el nitrógeno de todos los otros productos nitrogenados (sulfato amónico, crudo de amoníaco, cianamida, etc.).

El adjetivo *soluble* puede emplearse como abreviatura de «soluble en el agua», pero en ningún caso puede significar «soluble en el citrato amónico o «en los ácidos».

Además de estas indicaciones obligatorias, el vendedor podrá manifestar al comprador que el abono contiene potasa insoluble en el agua, pero soluble en los ácidos diluados. De la misma manera puede indicar la cantidad que contiene de nitrógeno total, de ácido fosfórico total y de potasa total, y prevalerse de la presencia en los abonos de cualquier otro elemento fertilizante, tales como la cal, manganeso, hierro, etc.

El vendedor está obligado a declarar el origen o la primera materia de que proceden las siguientes substancias:

El *nitrógeno orgánico* de la sangre, cuero, tortones, cuerno tostado, cuerno crudo, lana etc.

El *nitrógeno amoniacal* del sulfato amónico, crudo de amoníaco, cianamida, etc.

La *potasa salubre* de la kainita.

2.^a Indicaciones de los marbetes

Cuando se trata de un abono o enmienda, es necesario indicar cuidadosamente en el marbete el *nombre, naturaleza y composición* del

producto para que el químico encargado del análisis de la primera muestra (al cual no se le comunica el juicio verbal), pueda reconocer si son veraces las afirmaciones del vendedor. Sin estas indicaciones, le será *imposible* reconocer la falsificación.

Por lo mismo debe indicarse la cantidad de cobre metálico que contiene el producto cuando se trate de un producto cúprico.

3.^a *Precauciones para la toma de muestra*

El decreto de 15 de mayo de 1911 contiene todos los informes útiles sobre el particular, y conviene insistir en la necesidad de adoptar las precauciones indicadas, cuando se trata de muestras de polvos, de productos diferentes y cuya composición, a pesar de su homogeneidad aparente, puede ser distinta en varios de sus puntos, pues a causa de los choques sufridos durante el transporte, aun los elementos más densos de una mezcla caen poco a poco en el fondo de los sacos.

Muestras de oficio.—Las muestras de abonos o enmiendas y productos anticriptogámicos podrán ser de oficio a manera de inspección, aunque no haya sospecha de fraude, o sea en las mismas condiciones que rigen para las bebidas y substancias alimenticias.

Sin embargo, conviene que los agentes se limiten a los casos de denuncia por el comprador.

El ministro de Agricultura,
J. PAMS

*El jefe de Servicio de represión
de falsificaciones,*

E. Roux

El artículo 14 del reglamento ordena que los análisis administrativos se hagan según los métodos indicados por la Comisión permanente, descritos al pormenor en varias disposiciones ministeriales.

En espera de que aparezcan estas disposiciones ministeriales, están en vigor los métodos descritos por el antiguo reglamento de administración pública.

Por decreto ministerial de 7 de septiembre de 1911, han sido designados los laboratorios siguientes para analizar las muestras de abonos y de productos anticriptogámicos o insecticidas, tomadas por el Servicio de represión de falsificaciones.

DECRETO

designando los laboratorios encargados del análisis de las muestras de abonos tomadas con objeto de reprimir las falsificaciones.

EL MINISTRO DE AGRICULTURA,

Vista la ley de 4 de febrero de 1888 relativa a la represión de las falsificaciones en el comercio de abonos;

Visto el decreto de 31 de julio de 1906 con el reglamento para la aplicación de la ley de 1.º de agosto de 1905 relativa a la represión de las falsificaciones en la venta de mercancías y de las falsificaciones de productos alimenticios y agrícolas;

Visto especialmente el artículo 11 de dicho decreto, que dice así:

«Los laboratorios de los departamentos y municipios podrán proceder a analizar las muestras cuando hayan sido aprobadas por este ministerio previo dictamen de la Comisión permanente»;

Visto el decreto de 3 de mayo de 1911 con el reglamento para la aplicación de la ley de 4 de febrero de 1888, y especialmente el artículo 13 de este decreto, que dice:

«El análisis de las muestras y enmiendas se efectuará en los laboratorios del Estado de los departamentos y de los municipios en las condiciones previstas en el predicho artículo del decreto de 31 de julio de 1906»;

Oído el parecer de la Comisión técnica permanente y de acuerdo con el informe del jefe de Servicio de la represión de falsificaciones,

DECRETO:

ARTÍCULO PRIMERO.—Podrán analizar las muestras tomadas de los abonos y enmiendas, los laboratorios instalados en los siguientes puntos:

Estaciones agronómicas de Amiens, Arras, Auxerre, Blois, Burdeos, Châlons-sur-Marne, Chartres Cluny, Laon, Lilla, Marsella, Melún, Nancy, Nantes. París, Quimper, Ruán y Versalles.

Laboratorios de Beaune, Besanzón, Chateauroux, Clermont-Ferrand, Commercy, Dijon, Grenoble, Lezignan, Lyon, Mans, Niza, Nimes, Poitiers, Rennes, Rodez, Saintes, Saint-Etienne, Tolón, Tolosa y Tours.

Estación pomológica de Caen.

Estación enológica de Montpellier.

ART. 2.º—Los gastos de análisis serán satisfechos en dichos laboratorios, que están habilitados al propio tiempo para el análisis de productos alimenticios, a razón de 10 francos por cada muestra de abono.

Dado en París a 7 de septiembre de 1911.

El ministro de Agricultura,
J. PAMS

A ejemplo del Parlamento belga, las Cámaras francesas, según indicábamos en nuestras dos primeras ediciones, resolvieron reprimir los abusos en la calidad de la mercancía. La ley del 8 de julio de 1907, dice así:

ARTÍCULO PRIMERO.—La lesión de más de una cuarta parte en la compra de los abonos o enmiendas a que se refiere la ley de 4 de febrero de 1888, y de las substancias destinadas a la alimentación de los animales de la granja, da derecho al comprador a una reducción de precio y a una indemnización.

ART. 2.º—La demanda deberá entablarse, so pena de caducidad, en el término de cuarenta días, contados desde el de la entrega, aunque se hayan empleado parcial o totalmente las mercancías.

ART. 3.º—A pesar de todo contrato en contrario, que será nulo en derecho, la demanda es de la incumbencia del juzgado municipal a que corresponda el domicilio del comprador, cualquiera que sea la cuantía de la demanda, y sin derecho de recurrir en alzada cuando no pase de 300 francos.

Los modestos cultivadores franceses, así como los belgas, quedan amparados por esta ley para no haber de pagar los abonos a mayor precio del corriente.

Con todo esto, la ley francesa no ampara cual conviniera al cultivador contra los falsificadores, y la administración casi nunca los persigue de oficio, y la querrela individual es muy onerosa.

Hubo caso en que las costas del proceso ascendieron a 1,909 francos, y como la liquidación judicial por parte del procesado sólo rindió 800 francos, el demandante hubo de satisfacer 1,109 francos de costas, cuando el perjuicio de la falsificación era tan sólo de 81 francos.

En vista de ello, los cultivadores franceses organizaron sindicatos, habiendo sido los primeros mis distinguidos colegas y amigos señores de l'Écluse y Tanviray los que, en 1883, los instituyeron en los departamentos de Lot y Garona y Loira y Cher.

Sin embargo, el móvil principal de este género de asociación fué la necesidad de aumentar la producción y disminuir el coste de los productos agrícolas para afrontar la formidable concurrencia de las tierras nuevas. Los abonos eran

elementos indispensables para alcanzar este fin; pero como costaban a precios exorbitantes, sin proporción ninguna con su valor intrínseco y expuestos a numerosas falsificaciones y monopolizados por *corredores clandestinos*, que abusaban sin reparo de la ignorancia campesina, pocos agricultores podían adquirirlos en condiciones favorables al incremento de sus cosechas.

Para realzar la agricultura era necesario que los modestos agricultores se asociasen para aplicar los nuevos descubrimientos de la ciencia agrónoma y que el empleo de los abonos químicos no fuera un privilegio exclusivo de los favorecidos por la fortuna y de la inteligencia. Era preciso democratizarlos.

Esto intentaron, con un éxito que resonó en toda Francia, l'Écluse y Tanviray. El nombre de estos dos iniciadores debe tener piadoso relicario en el corazón de cuantos viven de la agricultura y aman a su patria, porque la prosperidad de la industria del suelo es la más segura fianza de la prosperidad del país entero.

El 21 de mayo de 1884 el Parlamento francés votó la ley de sindicatos profesionales, cuyo principal objeto era autorizar a los obreros para asociarse en defensa de sus intereses. El Senado, a propuesta del señor Oudet, incluyó en la ley los intereses agrícolas que estaban omitidos en el primitivo proyecto. Los sindicatos de Lot y Garona y Loira y Cher se colocaron bajo el amparo de la nueva ley, y muy pronto la Beauce, a pesar de la tradicional apatía de sus habitantes, sacudió su antigua modorra y fundó los sindicatos agrícolas de Châteaudun, Dreux, Chartres, Perche, Souancé y Maintenon. Hoy día, más de diez mil agricultores están asociados en esta obra de mutualidad y de progreso.

En toda Francia se produjo un movimiento análogo y sincrónico. En la actualidad se pueden contar unos 2.500 sindicatos agrícolas que cuentan más de un millón de agricultores. Por lo tanto, con razón puede decirse que la ley de 1884, votada en favor de los obreros del comercio y de la industria, fué en extremo provechosa para la agricultura.

La ley relativa a los sindicatos dice así:

ARTÍCULO PRIMERO.—Quedan derogadas las leyes de 14 y 17 de junio de 1791 y el artículo 416 del Código penal.

Los artículos 291, 292, 293, 294 del Código penal y la ley de 18 de abril de 1834, no son aplicables a los sindicatos profesionales.

ART. 2.^o—Los sindicatos o asociaciones profesionales que consten de más de veinte individuos que ejerzan la misma profesión, oficios similares o profesiones anexas, y concurren al establecimiento de productos determinados, pueden constituirse libremente, sin autorización del Gobierno.

ART. 3.^o—Los sindicatos profesionales tienen por único objeto el estudio y defensa de los intereses económicos, industriales, comerciales y agrícolas.

ART. 4.^o—Los fundadores de cualquier sindicato profesional deberán presentar los estatutos y los nombres de las personas que con cualquier denominación formen parte de la administración y dirección del mismo.

Esta presentación se hará en la alcaldía de la localidad en la cual esté establecido el sindicato, y en París en la prefectura del Sena.

La presentación se renovará cada vez que cambie la dirección y los estatutos.

El alcalde o el prefecto del Sena comunicarán los estatutos al procurador de la República.

Los miembros de todo sindicato profesional encargados de su administración o dirección, deben ser franceses y gozar de los derechos civiles.

ART. 5.^o—Los sindicatos profesionales legalmente constituidos podrán concertarse libremente para el estudio y defensa de sus intereses económicos, industriales, comerciales y agrícolas.

Estos conciertos, conforme al segundo párrafo del artículo 4.^o, darán a conocer el nombre de los sindicatos que los componen.

No podrán poseer fincas ni comparecer ante los tribunales.

ART. 6.^o—Los sindicatos profesionales de patronos o de obreros tendrán el derecho de comparecer ante los tribunales.

Podrán disponer de cuotas de sus socios; pero no podrán adquirir otras fincas que las puramente necesarias para sus reuniones, bibliotecas y cursos de instrucción profesional.

Sujetándose a las demás disposiciones de la ley, podrán constituir entre sus miembros cajas especiales de socorros mutuos y de retiros sin autorización especial del Gobierno.

Podrán instituir y administrar libremente bolsas de trabajo.

Podrán ser consultados sobre todas las divergencias y las cuestiones relacionadas con su especialidad.

En los litigios contenciosos, los dictámenes del sindicato estarán a disposición de las partes, que podrán tomar comunicación y copia de ellos.

ART. 7.º—Todo miembro de un sindicato profesional puede en cualquier momento retirarse de la asociación, no siendo obstáculo cualquier cláusula contraria, pero sin perjuicio del derecho del sindicato de reclamarle las cuotas del año corriente.

Toda persona que se retire de un sindicato conserva el derecho de ser miembro de las sociedades de socorros mutuos y de pensiones de retiro para la vejez, a cuyo activo haya contribuido con sus cuotas o donativos.

ART. 8.º—Cuando hayan adquirido bienes contra lo dispuesto en el artículo 6, el procurador de la República o los interesados podrán demandar la nulidad de la adquisición o del donativo. En caso de adquisición onerosa, serán vendidas las fincas, y depositado su importe en la caja de la asociación. En caso de donativo, los bienes revertirán a los donantes o sus herederos.

ART. 9.º—De la infracción de los artículos 2.º, 3.º, 4.º, 5.º y 6.º de la presente ley, serán responsables los directores o administradores de los sindicatos, y castigados con una multa de 16 a 200 francos. Los tribunales, a instancia del procurador de la República, podrán disolver el sindicato y anular la adquisición de fincas en contra de las disposiciones del artículo 6.º.

La multa podrá ser de 500 francos en caso de declaraciones falsas relativas a los estatutos y a los nombres y cualidades de los administradores o directores.

ART. 10.—La presente ley es aplicable a Argelia y a las colonias de la Martinica, Guadalupe y Reunión. Sin embargo, los obreros extranjeros o inscriptos con el nombre de inmigrantes, no podrán formar parte de los sindicatos.

Esta ley fué interpretada por circular ministerial de 25 de agosto de 1884, dirigida a los prefectos, de la cual entresacamos los párrafos siguientes:

La ley de 21 de marzo de 1884 destruyó las trabas que entorpecían el libre ejercicio del derecho de asociación para los sindicatos profesionales, suprimió, con un concepto liberal, todas las autorizaciones previas, las prohibiciones arbitrarias y las formalidades inútiles. Sólo exige de parte de estas asociaciones la sola condición de la publicidad. Dar a conocer sus estatutos y la lista de socios, para justificar su calidad de sindicatos profesionales.

La idea predominante del Gobierno y las Cámaras al estatuir esta ley, ha sido fomentar en la clase obrera el espíritu de asociación.

Convencidos de que la asociación de los individuos, según sus diferentes afinidades profesionales, no es tanto un arma de combate como un instrumento de progreso material e intelectual, ha dado a los sindicatos personalidad jurídica, a fin de que establezcan cajas de

retiro, de socorro, de crédito mutual, cursos de enseñanza, bibliotecas, cooperativas, oficinas de informes, de colocaciones, estadísticas, etc.

Esta ley ha puesto completamente en manos de los obreros el cuidado y los medios de ordenar sus intereses. No hay en ella ninguna disposición que justifique la ingerencia oficial en los sindicatos. Las formalidades que exige son pocas y fáciles de cumplir.

El artículo 1.º deroga la ley de 14 y 17 de junio de 1791, que prohibía la sindicación de individuos de un mismo oficio, o de la misma profesión, y también deroga el artículo 416 del Código penal, que castigaba con seis días a tres meses de cárcel y multa de diez y seis a trescientos francos, o con una de estas dos penas solamente, a los obreros, patronos o empresarios de obras que de un modo u otro impidiesen el libre ejercicio de la industria y del trabajo.

De esta abrogación resultan las consecuencias siguientes:

- 1.º No es delito concertarse para preparar una huelga;
- 2.º Dejan de ser considerados como atentados contra el libre ejercicio de la industria y del trabajo, las medidas que en defensa de su respectivo oficio tomen los patronos, obreros y sindicatos.

Pero queda punible, con arreglo a los artículos 414 y 415 del Código penal, toda violencia, amenaza o maquinación que propenda a determinar la baja o el alza forzadas de los salarios, o impedir el libre ejercicio del trabajo.

El párrafo segundo del artículo 1.º declara no aplicables a los sindicatos profesionales los artículos 291, 292, 293, 294 del Código penal ni la ley del 30 de abril de 1834 que considera ilícita toda asociación de veinte personas sin previo consentimiento del Gobierno.

El artículo 1.º reconoce la absoluta libertad de asociación profesional.

Del espíritu de la ley se infiere:

- 1.º Que un sindicato puede reclutar miembros de ambos sexos de cualquier parte de Francia;
- 2.º Que los extranjeros en pleno uso de sus derechos civiles pueden formar parte de los sindicatos;
- 3.º Que las frases: «profesiones similares que concurren a la elaboración de un producto determinado», debe interpretarse en amplio sentido. Así se admite que pueden sindicarse todos los obreros que intervienen en la construcción de una máquina, o un edificio, o un buque, etc.;
- 4.º Que la ley comprende a los empleados de comercio, labradores, colonos, jornaleros agrícolas, etc.

El artículo 5.º reconoce la libertad de los sindicatos profesionales legalmente constituidos, para asociarse entre sí sin previa autorización, con tal que cumplan las formalidades prescritas por los artículos 4.º y 5.º, pero sin otorgar a la unión personalidad civil, reservada a los sindicatos cada uno de por sí.

Esta personalidad civil de los sindicatos no es completa, pero sí

suficiente para darles la necesaria fuerza de acción. Incumbe a los tribunales determinar las dificultades a que puede dar origen el uso de esta facultad.

Ninguna disposición les prohíbe arrendar, vender, trocar o hipotecar fincas.

El artículo 7.º ampara la libertad individual de los sindicatos, declarando que todo miembro puede retirarse en cualquier instante de la asociación, pero sin perjuicio de que la sociedad pueda reclamar la cotización del año, aunque conserva el derecho de seguir perteneciendo a las sociedades de socorros mutuos y de pensiones de retiro para la vejez, a cuyo activo haya contribuido con cotizaciones o donativos.

Esta disposición es, por consiguiente, inconciliable con la existencia de una caja común a varios sindicatos.

El artículo 8.º sanciona las disposiciones que limitan la capacidad de los sindicatos profesionales de adquirir y poseer.

El artículo 9.º castiga con penas relativamente leves las infracciones de los artículos 2.º, 3.º, 4.º, 5.º y 6.º de la ley; en cuanto a las asociaciones que tienen apariencia de sindicatos, como no son en realidad sociedades profesionales, les es aplicable la legislación general y no la ley del 21 de marzo.

Para definir el sindicato agrícola, diremos que es una asociación formada por agricultores, propietarios, colonos, aparceros, jornaleros y cuantos ejerzan profesiones conexas y cooperen a la producción agrícola, para el estudio y defensa de los intereses económicos agrícolas. La base del sindicato es la identidad o analogía de profesión, y todos los miembros que lo componen deben interesarse por la producción del suelo.

La fundación de un sindicato es cosa sencillísima: Se reúnen algunos hombres de buena voluntad, se organiza una conferencia para exponer los principales servicios prestados por el sindicato agrícola, insistiendo especialmente en aquellos que mejor respondan a las necesidades locales. Después se recogen las adhesiones de los fundadores, se les presenta un modelo de estatutos para discutirlo y enmendarlo, si conviene, y votarlo. Después se elige Junta directiva, cuyos miembros deben gozar de sus derechos civiles. Para funcionar legalmente presenta los estatutos y la relación de los administradores en la alcaldía del lugar en que se halla establecido.

Los estatutos deben indicar el objeto del sindicato, que aunque al principio sea la compra colectiva de abonos, semillas, máquinas, etc., ha de estatuirse en términos mucho más amplios, pues los iniciadores del movimiento sindical comprendieron menoscabar las funciones de la asociación profesional asignándole fines limitados. Por el contrario, ha de ser un organismo completo capaz de bastarse por sí solo, como célula de todas las instituciones destinadas a mejorar la suerte de los habitantes del campo.

Sirvan de modelo los estatutos del Sindicato agrícola de Chartres, que en la actualidad cuenta con 7,000 miembros.

SINDICATO AGRÍCOLA DE LOS DISTRITOS DE CHARTRES, CHATEAUDUN Y NOGENT-LE-ROTROU

Estatutos

ARTÍCULO PRIMERO.—Entre los agricultores del distrito de Chartres, Châteaundun y Nogent-le-Rotrou, infrascriptos, y todos aquellos que se adhieran a los presentes estatutos, se ha constituido una asociación sindical con el nombre de *Sindicato agrícola del distrito de Chartres, Châteaundun y Nogent-le-Rotrou*.

ART. 2.º—Este sindicato tiene por objeto, de un modo general, el estudio y la defensa de los intereses económicos y agrícolas de sus miembros, y especialmente:

1.º La compra en común de todos los abonos y demás materias útiles a la agricultura (aperos y máquinas agrícolas), semillas, reproductores y, en suma, todo lo necesario para la ventajosa explotación del suelo;

2.º Facilitar entre los cultivadores sindicados y entre ellos y los miembros de otros sindicatos agrícolas, los cambios directos de productos agrícolas, a fin de suprimir los intermediarios;

3.º Facilitar, ya sea por medio de una exposición permanente de muestras de los productos del suelo, o bien por cualquier otro medio, la relación directa de los productores rurales con los consumidores;

4.º Ayudar, como consecuencia de los párrafos 1.º, 2.º y 3.º, a reprimir las falsificaciones en el comercio de los abonos, semillas y todos los productos agrícolas;

5.º Dar a todos los sindicatos que lo soliciten, informes sobre el empleo económico y prudente de los abonos, sobre la elección de semillas, de los instrumentos y aperos agrícolas, de los métodos de cultivo y explotación del ganado, etc.;

6.º Averiguar, por medio de la experiencia y con la cooperación desinteresada de sus miembros: a) las condiciones del empleo econó-

mico de los abonos; b) las variedades de semillas y de ganado más convenientes; c) los métodos de cultivo preferibles, etc.;

7.º Estrechar los lazos naturales que entre los sindicatos establece la analogía de intereses económicos y técnicos.

ART. 3.º—El Sindicato está domiciliado en Chartres.

Mediante la convocatoria del presidente, se reúne dos veces al año en asamblea general.

ART. 4.º—En las reuniones, la Junta da cuenta de las operaciones realizadas desde la reunión última, y además da a conocer la situación económica del Sindicato.

ART. 5.º El número de socios es ilimitado.

Para formar parte del Sindicato precisa ser presentado por dos miembros del mismo, y ser admitido en una de las asambleas generales.

La Junta puede aceptar los nuevos miembros, pero solamente con título provisional.

ART. 6.º—El Sindicato está administrado por una junta de quince miembros.

ART. 7.º—La Junta elige de entre ellos un presidente, un vicepresidente, un secretario y un tesorero.

ART. 8.º—La Junta es elegida en asamblea general por mayoría de votos de los miembros presentes.

Es renovable cada cinco años.—Los miembros salientes son reelegibles.

ART. 9.º—En caso de necesidad, la Junta podrá nombrar auxiliares de secretaría, retribuidos.

ART. 10.—Todas las deliberaciones se toman por mayoría de votos de los socios presentes. En caso de empate, decidirá el presidente.

ART. 11.—La Junta, por causas graves, de las cuales es único juez, puede excluir a un miembro.—Esta resolución se toma oficialmente contra cualquier socio que no haya cumplido fielmente sus compromisos relativos al pago de las compras hechas por intermedio del Sindicato.

ART. 12.—El presupuesto de ingresos del Sindicato se compone:

1.º De las cotizaciones de los miembros;

2.º De un descuento proporcional a la importancia de las compras y las ventas efectuadas por mediación del Sindicato;

3.º De los donativos y legados que pueda recibir.

ART. 13.—La cotización de los miembros del Sindicato queda fijada en la cantidad de dos francos anuales.

Debe ser entregada al tesorero en los tres primeros meses de ejercicio; pasado este plazo, la cobrará la administración de los correos a expensas del moroso.

La cotización del año corriente debe pagarse íntegra, sea cual fuere la época del año en que se es admitido en la asociación, o que se deje de pertenecer a la misma.

ART. 14.—De todas las compras efectuadas por mediación del Sindicato, se deducirá una prima del dos por ciento.

El adjudicatario de la provisión deberá depositar el importe en la caja del tesorero, en los treinta días siguientes a la expiración del plazo de la compra.

ART. 15.—Un reglamento especial determinará el censo que debe pagar el Sindicato por las rentas efectuadas por su mediación. En ningún caso deberá exceder del uno por ciento.

ART. 16.—El presupuesto de gastos del Sindicato se compone:

1.º De todos los gastos de publicidad necesarios para las operaciones;

2.º De los gastos de correspondencia;

3.º De los gastos de comprobación de los abonos y semillas;

4.º De los gastos de publicación del boletín de cuentas;

5.º De los gastos de oficina;

6.º De las cantidades necesarias para las operaciones previstas por los estatutos.

ART. 17.—Ningún gasto imprevisto por los estatutos puede ser realizado por el presidente sin previa votación de la Junta.

ART. 18.—Los procesos contra los proveedores del Sindicato, que no hayan cumplido lealmente sus compromisos, serán incóados a nombre del comprador interesado, pero a expensas y diligencia del Sindicato.

Todos los miembros de la asociación se comprometen solidariamente a contribuir al pago de las costas del proceso.

ART. 19.—No podrá incoarse ningún proceso sin aprobación de la Junta.

Los miembros de la Junta no contraen ninguna obligación personal ni solidaria relativa a los compromisos del Sindicato; sólo responden de la ejecución de su mandato (artículo 32 del Código del Comercio).

ART. 20.—El presidente convocará la asamblea general. Los miembros de la junta, invitados por el presidente, se reúnen para discutir los intereses del Sindicato.

Preside las reuniones y dirige los debates.

Centraliza varias veces al año, con la ayuda de la junta, todos los pedidos hechos por los miembros del Sindicato. La asamblea general fijará las fechas máximas en que deben enviarse en cada estación los pedidos de los socios.

ART. 21.—El secretario redactará las actas de cada sesión, que

leerá al principio de la siguiente el encargado de la correspondencia, bajo la dirección del presidente.

ART. 22. - El tesorero está encargado de la contabilidad y de poner en la caja las entregas y efectuar los pagos, previa la firma del presidente.

Todos los años debe dar cuenta en la asamblea general de la situación económica.

ART. 23. — Todos los cargos de la junta son gratuitos.

ART. 24. — En sus centros respectivos, los miembros de la junta son los representantes de la asociación. Tienen, entre otras, la misión esencial de velar por la recepción de los envíos y las tomas de muestras auténticas, según la manera de operar adoptada por la Junta en la estación de llegada.

ART. 25. — Las compras hechas por cuenta de los sindicatos se pagarán con descuento a los treinta días o a los tres meses de la fecha de entrega, o a los seis meses sin descuento.

Los socios que deseen mayor plazo deberán acomodarse con los vendedores.

El Sindicato no es un obstáculo para el crédito necesario a los cultivadores, pero no es responsable de la solvencia de sus miembros.

ART. 26. — El vendedor no podrá exigir, en ningún caso, el pago de sus cuentas hasta después de registrada la entrega y aprobada la factura por el presidente.

ART. 27. — Toda proposición hecha en asamblea general debe presentarse por escrito, y ser depositaria de ella la Junta.

ART. 28. — Todas las proposiciones que tiendan a modificar los presentes estatutos, deben estar firmadas por veinte miembros y comunicadas a la Junta lo menos quince días antes de la asamblea general. Sólo podrán ser aceptadas por mayoría de las dos terceras partes de miembros presentes.

ART. 29. — La disolución del Sindicato agrícola del distrito de Chartres sólo podrá decidirse en asamblea general, con mayoría de la mitad más uno de la totalidad de los miembros sindicados.

En caso de disolución, el activo del Sindicato se entregará a una institución benéfica, designada en asamblea general..

La compra en común de los abonos, semillas y máquinas, que es uno de los objetos más antiguos y principales de los sindicatos, suscitó algunas protestas, especialmente por parte de algunas Cámaras de Comercio que están poco al corriente de la manera de operar de las asociaciones sindicales, que en realidad sólo sirven de intermediarios gratuitos entre el

agricultor y el comerciante. Reclamaron las Cámaras que se les considerara como comerciantes que persiguen los mayores beneficios posibles. En contestación a estas reclamaciones, el ministro de Comercio publicó un comentario de la ley del 21 de marzo de 1889, de la cual entresacamos los siguientes párrafos:

Según el artículo 632 del Código de Comercio, párrafo primero, la ley considera como acto de comercio cualquier compra de productos y mercancías para revenderlas, ya sean naturales o bien después de elaboradas y puestas a la venta.

Para constituir el acto de comercio especificado por la ley, precisa, pues, no solamente que haya habido compra, sino además que la compra haya sido hecha con intención de revender la mercancía o el producto comprado. Debe, pues, considerarse el destino del objeto adquirido. Todos los jurisconsultos están acordes en reconocer que el que compra para consumir no realiza un acto de comercio y, por lo tanto, la intención de reventa ventajosa es condición indispensable para dar a la compra carácter comercial.

Tal es, en concreto, el caso de los sindicatos agrícolas, que se han limitado a establecer oficinas de compra de primeras materias o de máquinas útiles a la agricultura, para obtenerlas a mejor precio y de mejor calidad, *en provecho de sus miembros*. Estas asociaciones son administradas gratuitamente y *no han obtenido beneficio alguno de su empresa*, limitándose sólo a proporcionar a los socios las ventajas resultantes de la manera de comprar, y que si algunas veces han aumentado en muy poca cosa el precio de adquisición de los productos, nada permite afirmar que este aumento tenga otro objeto que cubrir los gastos de administración.

Estas consideraciones han determinado al ministro de Hacienda a no sujetar a los sindicatos agrícolas al impuesto de la patente. Y cuando el ministro del Interior, al enumerar las instituciones permitidas a los sindicatos, mencionaba las oficinas de informes, colocaciones, etc., se acomodaba al texto legal tan estrictamente como los sindicatos que en su domicilio social establecen oficinas para estudiar las oscilaciones de los mercados y asegurar a sus miembros, en las mejores condiciones de precio y calidad, la adquisición de las primeras materias: semillas, abonos, útiles, máquinas agrícolas, etc., que les son necesarias.

Puede decirse que la ley de 1884, si no cónfiriera el derecho de hacer operaciones semejantes, no podría tener aplicación verdaderamente práctica para los agricultores. Si se comprobara que tal o cual sindicato no se hubiese limitado al aprovechamiento social de las ventajas realizadas, y que hubiera extendido sus beneficios a personas extrañas, o que sus miembros hubieran realizado actos comerciales definidos en el Código de Comercio, es evidente que habría de obli-

garlos a encerrarse en el límite de atribuciones asignadas por la ley de 1884.

En la práctica corriente, los sindicatos reúnen en primavera y en otoño, en las dos épocas principales de siembra, los pedidos de abono de sus adheridos; y luego ajustan el precio amigablemente con los abastecedores escogidos o bien por adjudicaciones públicas o restringidas. Fijados los precios y determinadas las condiciones de entrega, transmiten los pedidos a los adjudicatarios y vigilan la ejecución. He aquí las principales cláusulas del cuaderno de obligaciones del Sindicato de Chartres:

1.^a El vendedor declara haberse enterado de los artículos 14 y 26 de los estatutos del Sindicato y se compromete a cumplir las obligaciones exigidas por dichos artículos.

2.^a Se compromete a entregar los abonos, francos de porte y de embalaje, en sacos nuevos con marchamo, en todas las estaciones del departamento de Eura-Loira y de los cantones limítrofes. Aparte de estos límites, los gastos de porte están a cargo del destinatario, desde la última estación de la red comprendida en el perímetro previamente indicado hasta su destino.

En todo caso, el infrascripto se encarga de adelantar los gastos de transporte suplementarios y a incluir este desembolso en su factura.

3.^a El peso de las materias entregadas se entiende neto, deducidos los embalajes, a menos de haber estipulación claramente establecida en el momento de la entrega de la compra.

4.^a Para los pedidos que se han de entregar en seguida, la expedición de los abonos comprados y la transmisión a la junta del Sindicato de los recibos de expedición de que se trata, deben tener lugar en los quince días siguientes al envío del pedido al vendedor, por medio del secretario del Sindicato, debiendo constar la fecha de entrega en el copiador de cartas.

Para los pedidos cuya fecha de entrega ha sido fijada de antemano por el comprador a plazo más largo, la expedición y la transmisión de los recibos habrán de hacerse a lo menos diez días antes de la fecha indicada.

5.^a Todo retraso en el envío del recibo o de los abonos, da derecho a una indemnización del medio por ciento del valor del producto, por cada día de retraso, en beneficio del destinatario.

6.^a Los abonos simples o mezclados deben serlo en polvo homogéneo de fácil empleo para las siembras.

7.^o El pago en el término de treinta días (artículo 25 de los estatutos) da derecho a un descuento del dos y medio por ciento y el

pago en un plazo de tres meses a un descuento del uno y medio por ciento; si el pago se hace en un plazo de seis meses, no habrá descuento. Los compradores que quieran un plazo de pago mayor que este último deben entenderse directamente con el proveedor.

8.^a La junta del Sindicato remitirá al proveedor el día del otorgamiento de la compra, la lista de los pedidos llegados en esta fecha.

9.^a El proveedor se compromete a proporcionar, en las mismas condiciones, todos los pedidos que se le hagan hasta el 1.^o de julio de 19... inclusive (o hasta el 1.^o de enero de 19... inclusive).

10.^a El muestrario de las mercancías se efectuará a la llegada a la estación de destino, y antes de la entrega, encargándose de ello un representante del Sindicato, al cual se le habrán otorgado toda clase de poderes a este objeto para poder extraer tres muestras, ponerles marbete, sellarlas, y depositar una de ellas en la alcaldía del lugar; otra muestra la remitirá al Sindicato, y la tercera al expendedor. En caso de ausencia del representante del Sindicato, el destinatario procede, en presencia de testigos, a la toma de muestras.

11.^a En caso de desavenencia referente a las dosificaciones o de diferencias, una de las muestras será analizada por el inspector general de las Estaciones agronómicas o bien será analizada en una Estación agronómica.

Los resultados de estos análisis dirimirán las desavenencias, sin apelación.

Los gastos de los contra-análisis-estarán a cargo de la parte reclamante.

Todos los abonos se cotizarán por 100 kilogramos, con una dosis mínima garantida como se indica a continuación, *y no por grado*.

12.^a Todo lo que falte para la dosis mínima garantida, pero que no pase de 1 grado, se descontará según su valor en conjunto computado al precio unitario.

Cuando pase de 1 grado, el descuento será del doble de la cantidad que falte.

13.^a Los análisis de registro se harán según métodos de la junta de Estaciones agronómicas de Francia.

14.^a El proponente garantiza la absoluta pureza, origen y dosificación de los abonos siguientes:

15.^a *Superfosfatos óseos*.—El vendedor garantiza que son de hueso puro, exentos de fosfato precipitado o de superfosfato mineral. Nitrógeno 0·5 al 1 por 100; ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato, 16 por 100 mínimo, cuyas dos terceras por lo menos, deben ser solubles en el agua.

16.^a *Superfosfato mineral soluble en el agua y el citrato*—Acido fosfórico soluble en el agua y el citrato, 14 por 100 mínimo.

17.^a *Superfosfato mineral soluble en el agua*.—Acido fosfórico soluble en el agua, 14 por 100 mínimo.

18.^a *Nitrato sódico*.—15 por 100 mínimo.

19.^a *Sulfato amónico*.—Exento de cianuros, sulfo-cianuros y

sulfato de protóxido de hierro. Nitrógeno amoniacal, 20 por 100 mínimo.

20.^a *Fosfatos minerales*.—Dosis mínima, 18 por 100 de ácido fosfórico. Molienda impalpable.

21.^a *Escorias de desfosforación*.—Polvo impalpable, 18 por 100 mínimo de ácido fosfórico.

22.^a *Cloruro potásico*.—Exento de cloruro magnésico; potasa, 50 por 100.

23.^a *Kainita*.—Dosis mínima, 12 por 100 de potasa.

24.^a *Sangre desecada pura*.—Dosis mínima, 13 por 100 de nitrógeno garantido, exento de toda materia nitrogenada extraña.

25.^a *Cuerno tostado*.—Dosis mínima, 14 por 100 de nitrógeno.

26.^a *Fosfo-ordinario*.—Dosis mínima, 3 por 100 de nitrógeno nítrico en primavera y amoniacal en otoño, y el 12 por 100 mínimo de ácido fosfórico soluble en el agua y el citrato.

27.^a *Fosfo-hipernitrogenado*.—Dosis, 5 por 100 de nitrógeno nítrico en primavera o amoniacal en otoño, y el 10 por 100 al menos de ácido fosfórico soluble en el agua y el citrato.

Al recibir el pedido, todos los miembros del Sindicato, aunque compren corta cantidad, tienen el derecho de tomar muestras y hacerlas analizar gratuitamente en las Estaciones agronómicas. Este registro oficial ha dado los mejores resultados. Permite reconocer que, en general, los proveedores se han mostrado dignos de la confianza que les había concedido el Consejo de administración.

En resumen, en lo concerniente a la compra y empleo de los abonos, la acción de los sindicatos agrícolas ha tenido innegable eficacia. Sus resultados, no sólo determinaron notable rebaja de precios, de los cuales se ha aprovechado la agricultura, sino que motivó también una gran moralización de este comercio. Y los fabricantes, igual que los comerciantes leales, lejos de quejarse de esta intervención de la mutualidad, fueron los primeros en aprovecharse de ella como consecuencia de la extensión considerable que dió a sus negocios. Solamente los intermediarios quedaron entorpecidos en su negocio, y no perderemos tiempo en lamentarnos de su suerte.

Para demostrar que la institución de los sindicatos agrícolas determinó la rebaja de precios, hemos expuesto en el cuadro siguiente los precios de los abonos más importantes en las tarifas, publicados por los periódicos de agricultura

Sindicato agrícola de Chartres.—Resultados

	SUPER-ÓSEOS, 1/2 nitrógeno 16 ácido fosfórico		SUPER-CITRATO, 14 por 100 ácido fosfórico		SUPER-agua, 14 por 100 ácido fosfórico		NITRATO sódico, 15 por 100 nitrógeno		SULFATO amónico, 20 por 100 nitrógeno		FOSFATO mineral, 18 por 100 ácido fosfórico	
	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño
	1886	>	11'20	>	7'20	>	>	>	>	>	32'50	>
1887	10'72	11'20	6'80	6'85	8'40	7'50	26'60	24'25	31'15	36'00	5'25	5'25
1888	10'88	12'18	6'59	6'62	7'24	7'13	>	24'50	34'55	32'80	5'35	5'25
1889	11'12	11'80	6'88	7'84	7'32	8'71	29'25	>	34'50	34'40	5'60	4'50
1890	12'50	12'40	8'80	8'68	9'55	9'20	23'45	22'65	33'20	32'70	4'80	4'40
1891	12'16	11'50	8'39	6'69	9'08	7'24	20'445	22'50	31'00	31'05	4'10	4'25
1892	11'28	10'18	6'89	7'33	7'62	8'15	25'15	22'75	29'75	29'10	3'65	3'60
1893	11'49	10'85	7'69	7'50	8'34	8'20	25'45	>	28'95	33'30	3'70	>
1894	11'45	11'60	7'55	7'15	8'45	7'90	24'26	24'20	37'00	37'00	3'60	3'70
1895	11'90	10'90	6'90	5'90	7'65	6'45	23'80	22'75	31'25	28'50	3'50	3'30
1896	10'35	9'15	6'40	6'40	7'00	6'90	20'85	21'50	25'10	23'25	3'45	3'60
1897	8'75	8'15	6'30	5'83	6'89	6'40	21'75	19'50	22'50	22'20	3'40	3'70
1898	8'40	9'40	5'80	6'80	6'50	7'45	20'60	20'75	25'20	27'00	3'00	3'30
1899	8'95	9'60	6'15	6'90	6'75	7'50	20'475	21'20	27'75	>	3'10	3'25
1900	9'60	8'70	6'40	5'80	7'05	6'40	21'40	21'55	31'55	31'45	3'70	3'70
1901	8'45	8'65	5'90	6'60	6'75	7'14	22'80	24'35	30'40	30'00	3'50	4'24
1902	8'65	9'25	6'60	6'80	7'20	7'40	>	24	30'75	>	3'75	4'25
1903	9'55	9'62	6'85	6'85	7'45	7'50	25	24'90	33	33'80	3'70	3'50
1904	9'10	7'90	6'70	5'15	7'30	5'90	>	26'50	34	32'90	3'25	3'15
1905	8'20	8'20	5'15	5'35	5'90	5'90	>	>	34'80	33'85	3	3'30
1906	8'60	9'60	6	6'70	6'45	7'10	28'85	>	34'05	33'65	3'70	>
1907	9'40	9'65	7'10	7'10	7'55	7'55	29'70	>	33'30	32'60	>	>
1908	9'65	9'80	7'10	6'70	7'55	7'05	29'50	>	33	31'40	>	>
1909	9'25	8'90	6'20	5'90	6'60	6'30	25'50	>	31	30'90	3'70	3'25
1910	9	8'90	5'90	6	6'30	6'30	24'15	>	31'60	32'65	3'15	3'20
1911	8'85	9'35	6'05	6'20	6'55	6'70	25'95	26'40	34'40	35'90	3	3'25

de las adjudicaciones desde su formación

	ESCORIAS, 16 por 100 ácido fosfórico		CLORURO, 50 por 100 potasa		KAINITA, 12 por 100 potasa		SANGRE deseccada, 13 por 100 nitrógeno		CUERNO tostado, 14 por 100 nitrógeno		FÓSFORO 3 por 100 nitrógeno nitrato o amoniacal, 12 por 100 ácido fosfórico citrato		FOSFO- hipernitro- genado, 5 por 100 nitrógeno nitrato o amoniacal, 10 por 100 ácido fosfórico citrato	
	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño	Prim.	Otoño
	>	>	>	21'25	>	>	>	25'11	>	>	>	14'15	>	14'15
>	>	21'75	21'50	>	>	23'14	>	21'00	>	12'25	16'25	14'95	16'25	
5'50	4'85	22'70	>	>	7'60	23'40	23'63	22'40	>	13'30	14'40	15'40	14'40	
5'10	5'15	22'25	22'35	6'95	7'80	26'26	27'20	22'10	23'20	13'60	16'00	16'50	16'00	
5'15	5'00	22'40	22'15	7'50	7'50	27'00	25'85	>	22'95	14'05	15'15	15'95	15'15	
5'10	5'10	21'90	22'25	7'25	7'00	26'15	23'50	24'65	23'15	11'92	13'45	13'30	13'45	
5'24	5'09	22'20	22'50	6'90	7'00	23'30	22'30	22'50	21'90	11'45	14'00	13'95	14'00	
5'35	5'39	22'85	22'45	6'80	6'75	21'75	26'80	22'00	26'75	11'70	15'45	13'90	15'45	
5'98	5'58	22'25	22'80	6'80	6'90	26'75	>	27'00	>	11'65	16'35	13'85	16'35	
5'40	5'14	22'60	21'75	6'85	6'80	23'15	25'15	24'50	22'00	11'95	12'80	14'20	12'80	
4'45	4'30	21'95	22'30	6'70	6'75	20'90	19'75	>	19'00	10'95	11'60	12'90	11'60	
4'40	4'74	22'04	21'00	6'70	6'70	19'25	18'70	>	18'80	10'09	10'60	10'94	10'60	
4'94	4'79	21'55	22'30	6'60	6'85	23'20	25'75	>	22'10	10'38	12'85	12'15	12'85	
5'35	5'20	22'40	22'00	6'75	6'70	24'60	24'60	>	>	10'15	14'71	12'25	14'70	
5'10	5'10	22'50	21'95	6'60	6'25	24'00	22'95	>	>	11'25	13'10	13'25	13'20	
5'39	5'49	22'30	21'89	6'49	6'60	24'00	24'80	>	>	11'20	13'10	13'45	13'10	
6'30	6'30	20'00	20'30	5'75	6'10	24'50	23'50	24'00	24'00	11'49	11'55	13'49	14'05	
5'85	5'55	20'25	21'90	5'74	6'20	23'50	25'75	22'35	23'65	11'65	11'65	14'10	14'20	
5'10	4'90	22'60	22'25	6'20	6'40	25'50	25'40	>	24'35	11'10	10'10	13'60	12'55	
5'10	5'10	21'75	22	5'80	6'20	27	27'20	>	>	10'15	10'85	12'40	13'65	
5'05	5'50	22'15	22'35	6'10	6'25	26	26'10	>	26'25	11'20	12'15	14'25	14'60	
5'95	5'95	22'35	21'80	6'55	6'70	26'40	28'30	>	>	12'15	12	15'65	14	
6'05	5'90	22'05	21'85	6'55	6'45	27'65	27'65	>	>	12'45	10'50	16'05	14	
5'80	5'60	22	22	6'40	6'25	27'85	26'30	27'70	25'80	11'20	10'65	14	13	
5'20	5'45	21'50	21'50	6	6	26'55	27'80	25'10	26'6	10'80	11	13'35	13'30	
5'30	5'40	21'65	22'05	6'30	6'45	32'15	30'85	28'90	>	10'90	11'75	14'15	14'50	

en la primera semana de septiembre de los años 1880, 1890 y 1900. Estos precios se refieren a cantidades mayores de 10,000 kilogramos puestos sobre vagón en París:

	1880 Francos	1899 Francos	1890 Francos
Sulfato amónico (20 por 100 de nitrógeno)	52'50	29'65	30'95
Nitrato sódico (15-16 por 100 de nitrógeno)	41'50	20'15	20'50
Sangre desecada (11-13 por 100 nitrógeno)	27'00	22'75	20'30
Superfosfatos óseos (16-18 por 100 de ácido fosfórico soluble en el citrato)	16'00	12'75	8'60
Superfosfato mineral (16-18 por 100 de ácido fosfórico soluble en el citrato) ,	15'00	18'80	6'5

De lo cual resulta, fijándonos en el
valor de la unidad:

Nitrógeno amoniacal.	2'625	1'482	1'547
Nitrógeno nítrico	2'76	1'340	1'367
Nitrógeno de la sangre	2'45	2'065	1'846

Acido fosfórico soluble en el citrato:

Superfosfatos óseos	1'00	0'796	0'537
Superfosfato mineral.	0'94	0'674	0'410

Resulta que de 1889 a 1890, época en que se constituyeron los sindicatos más importantes, fué el período en que bajaron más los precios. De 1890 a 1900, las fluctuaciones sólo presentan diferencias poco notables, y debe admitirse que se llegó al límite inferior de los precios.

VIII. — PRÁCTICA DE LA ESTERCOLADURA Y ESTERCOLADURA DE LOS CEREALES

Hasta ahora hemos estudiado, en primer lugar, los alimentos de las plantas; luego, la manera de proporcionarlos, atendiendo al estado actual del mercado de abonos, y, últimamente, las precauciones que deben tomarse para comprarlos. Nos resta dilucidar el problema de su empleo económico. Para que sea más objetiva y clara la exposición de nuestras

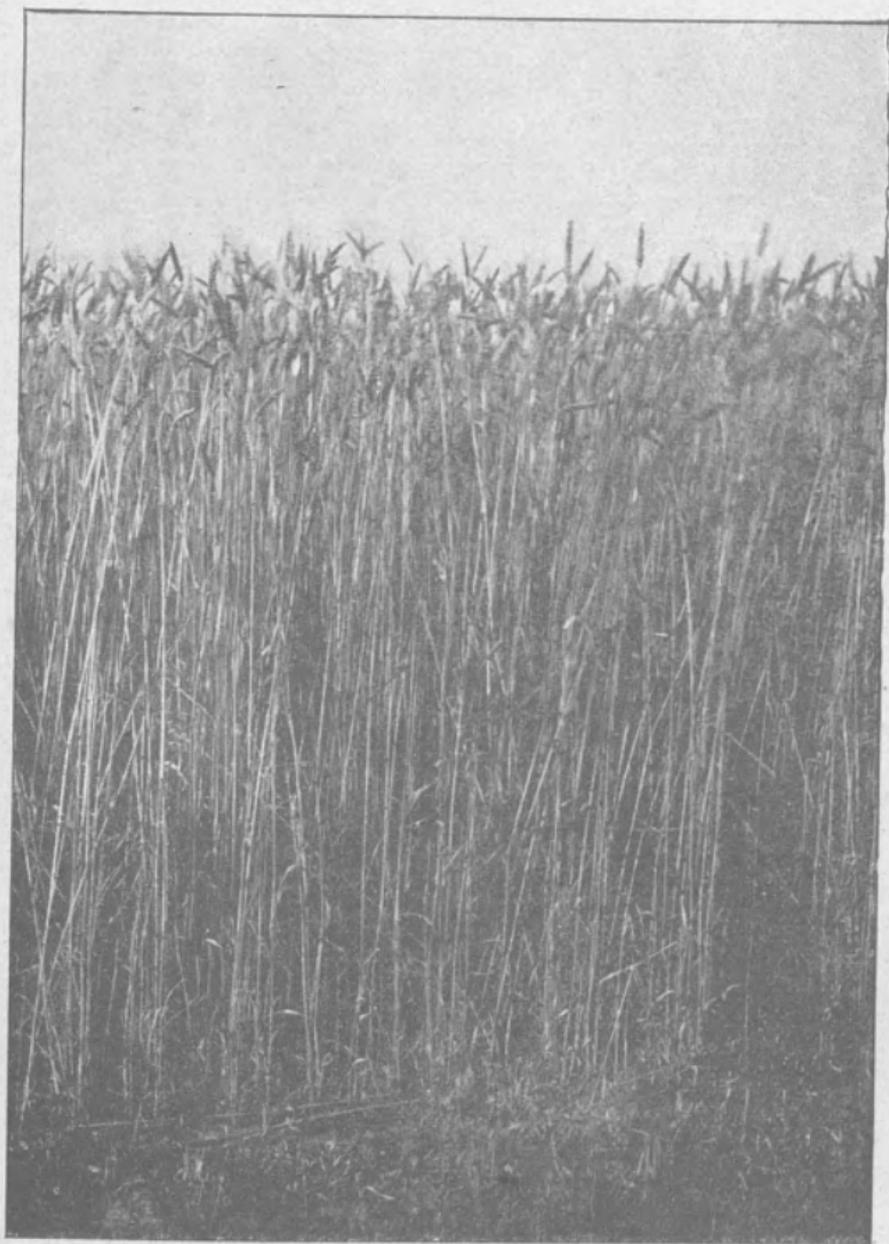


Fig. 49.—Campo de trigo Dattel con abono fosfonitrogenado.

ideas sobre el particular, tomaremos como ejemplo la estercoladura del trigo de invierno, indicando, al efecto, los prin-

cipios generales y las reglas prácticas que puedan servir de punto de apoyo para resolver la cuestión que nos interesa en los diferentes casos que puedan presentarse.

Ante todo conviene averiguar las cantidades necesarias de elementos fertilizantes para que la cosecha resulte remuneradora. En lo concerniente al trigo, admitimos que se ha de procurar que el rendimiento sea de 40 hectolitros por hectárea, o 32 quintales métricos de grano con la paja correspondiente. Este rendimiento parecerá a algunos exagerado; pero debe tenerse en cuenta que además de que es preciso contar siempre por alto, debe reconocerse que esta producción se obtiene muy a menudo, en la época actual, en las granjas bien cuidadas.

Hemos demostrado en otra obra (1) que la constitución de semejante cosecha, comprendidos tanto los órganos subterráneos como las partes aéreas, exige las siguientes cantidades de elementos nutritivos:

Nitrógeno	125 kilogramos
Acido fosfórico	76 —
Cal	61 —
Potasa	150 —

He aquí, en realidad, lo que exige el trigo. Pero no basta conocerlas. Sobre todo nos importa saber en qué épocas especiales tiene mayor necesidad de ellos la planta. Debemos, pues, examinar la marcha de la absorción de los principios nutritivos.

De su estudio, hemos inferido que igualando a 100 la cantidad de cada una de las substancias fertilizantes absorbidas, en el momento en que la planta contiene mayor cantidad de ellas, toma en las diferentes fases de su vegetación las siguientes cantidades:

	Entallecido	Floración	Madurez
Nitrógeno	3'6	72'4	100'0
Acido fosfórico	4'0	73'1	100,0
Cal	4'9	86'0	100'0
Potasa	6'1	100'0	71'3
Materia seca formada	2'2	69'2	100'0

(1) GAROLA, *Cereales* (Enciclopedia Agrícola).

El siguiente gráfico (fig. 50) nos demuestra palpablemente esta marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

Mientras que desde la siembra al entallecido la formación de la materia orgánica por una parte, y la asimilación de los principios nutritivos por otra, siguen una marcha poco rápida, desde el entallecido a la floración o florecencia la actividad de la vegetación es considerable. Entonces, al cabo de

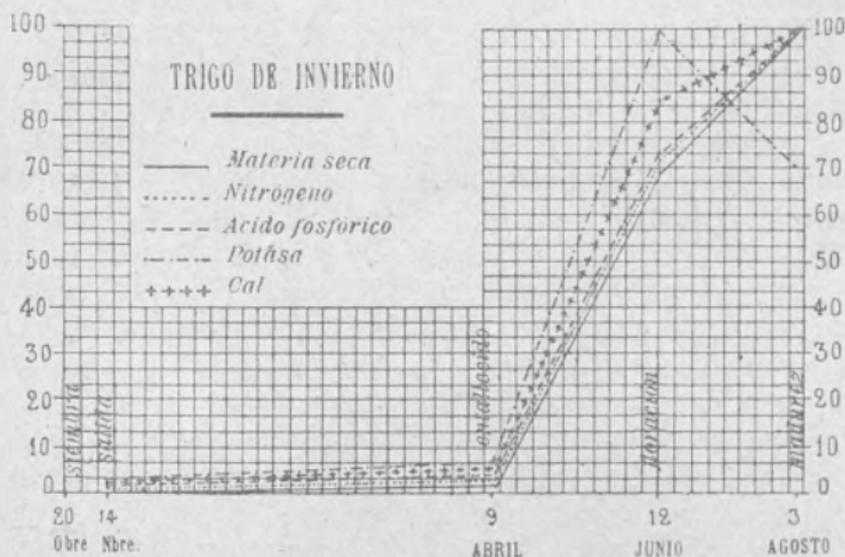


Fig. 50.—Gráfico del trigo de invierno.

poco más de dos meses, el trigo, que medra en el suelo durante meses, ha absorbido de él un 69 por 100 del nitrógeno y del ácido fosfórico, el 81 por 100 de cal y el 94 por 100 de potasa. Ha extraído del suelo toda la potasa que le es indispensable; pero continúa extrayendo con decreciente actividad los demás elementos de que se nutre.

A esta intensidad de absorción de los elementos nutritivos, corresponde evidentemente mayor necesidad de abonos asimilables. En efecto, parece difícil que la planta pueda extraer en tan poco tiempo de las reservas del suelo tal cantidad de materias alimenticias, que se convierten muy lentamente en asimilables. Los felices resultados que en el cultivo primaveral del trigo se obtienen con la estercoladura en co-

bertera, pasado el rigor del invierno, corroboran esta deducción. Si la absorción de los elementos nutritivos se efectuara regularmente durante todo el periodo de la vegetación, la planta tendría mucho más tiempo para nutrirse, y sería evidentemente menos sensible a la adición al terreno de algunos kilogramos de nitrógeno o de ácido fosfórico, cuando hay en él trescientas o cuatrocientas veces más cantidad de la que se suministra.

En cuanto al nitrógeno, fácilmente se reconoce que vale más incorporarlo en primavera que en otoño, porque en el mes de mayo se lo asimila más ávidamente el trigo. Desde el comienzo del entallecido, a causa de la baja temperatura, la nitrificación del suelo es muy lenta. El trigo está hambriento de nitrógeno. Es preciso darle una corta provisión muy asimilable, en espera de que, al nitrificarse las reservas del suelo, le proporcionen una cantidad de nitrógeno asimilable proporcional a la que necesita. En esta época, 100 kilogramos de nitrato sódico por hectárea constituyen para el trigo un *cordial* muy saludable (figura 51).

Lo que tan evidente es respecto del nitrógeno, se admite igualmente en los demás elementos fertilizantes. La necesidad de abono que tienen las plantas, no depende únicamente de la relación entre los recursos totales del suelo y la cantidad de elementos nutritivos extraídos por la cosecha, sino que también depende muchísimo de la marcha de la absorción. Cuanto más rápida sea ésta, mayor necesidad habrá de darle al suelo intensa estercoladura. Si en vez de ser regular la absorción, se localiza en ciertas épocas, indica necesidad de abono, y aumentará la necesidad cuanto menor sea el periodo.

Por otra parte, la planta exigirá mayor cantidad de abono cuando la absorción de los elementos nutritivos sea más rápida que la formación de la materia orgánica. En efecto, están directamente relacionadas la formación de la materia orgánica y la absorción del agua, o más bien de la solución nutritiva que alimenta la corriente transpiratoria. Ya comprobamos esta relación al principio de esta obra. La absorción del agua por las raíces depende en cierto modo de

la producción de la materia seca, y hemos visto que las sales nutritivas disminuyen la cantidad necesaria de dicha materia. Por lo tanto, si la marcha de la absorción de los elementos nutritivos es paralela a la de la producción de la materia seca, la solución nutritiva puede permanecer estacionaria,



Fig. 51.—Acción del nitrato en el trigo.

sin que la planta sufra por ello. Si, por el contrario, la marcha de la absorción de los elementos nutritivos es más activa, se necesitará una solución más nutritiva, y la planta estará en buenas condiciones si se le proporciona un abono muy asimilable. Si la producción de la materia orgánica es más rápida que la absorción, indica que disminuye la necesidad de abono.

Durante la vegetación invernal, la absorción de los principios nutritivos sigue una marcha que difiere poco de la que sigue la formación de la materia orgánica. Por el contrario,

desde el entallecido se nota una divergencia que va en aumento hasta la florescencia. De esto se infiere que, durante este período, el trigo debe tener a su disposición grandes provisiones de abonos de fácil asimilación. Esta necesidad es más intensa en el espigado.

Por lo que atañe a los elementos minerales, el trigo absorbe con mayor avidez la potasa y la cal, que son también los indispensables elementos para el buen resultado del canal. Su abundancia en el suelo es condición primordial para que medre bien esta planta. Sólo puede cultivarse el trigo ventajosamente, en las tierras calcáreas o previamente encaladas o enmargadas. El trigo se da mejor en los suelos arcillosos, constantemente abundantes en potasa, que en los suelos silíceos o calcáreos, desprovistos de esta substancia. En los suelos arcillocalcáreos, favorables al trigo, el rendimiento depende del ácido fosfórico y del nitrógeno.

El ácido fosfórico favorece mucho el primer desarrollo de la planta y el entallecido, pues le da al tallo mucha resistencia a la flexión, y facilita la formación de un tejido celular de paredes muy espesas, oponiendo la tendencia contraria al vuelco, que es la piedra de escándalo del cultivo intensivo. Por último, apresura notablemente la madurez y disminuye los peligros del escaldado y del orín, roya o enmohecido.

El nitrógeno desempeña un papel menos importante en la producción del trigo, aunque dista mucho de ser despreciable. Se distribuirá cuidadosamente para evitar la exuberancia de la vegetación herbácea, que perjudicaría el rendimiento de grano y favorecería las vegetaciones criptogámicas parasitarias.

Por mediación de las raíces, extrae la planta del suelo sus elementos nutritivos. Esta absorción varía, como acabamos de ver, en las diferentes épocas de vegetación. Lo propio sucede con el desarrollo de las raíces. En trigo de invierno, que produjo 40 hectolitros por hectárea, encontramos que el peso de las raíces secas, en los diversos períodos de vegetación, fué de:

En el entallecido	68 kilogramos
En la florescencia	1,017 —
En la madurez.	1,525 —

Nos parece evidente que la necesidad que de abonos de rápida asimilación sienta la planta, deberá ser tanto más intensa cuanto la unidad de raíces haya de absorber en veinticuatro horas mayor cantidad de elementos nutritivos. Llamamos *trabajo radicular* el peso de las substancias nutritivas absorbidas por término medio en veinticuatro horas por un gramo de raíces secas. Cuanto mayor sea este trabajo, en determinado período con relación a los otros, más urgente será la necesidad de proporcionar en esta época abonos de fácil asimilación. Si se comparan distintas plantas de la misma familia, el trabajo radicular indica su relativa aptitud para aprovecharse de los recursos del suelo. Las plantas de mayor promedio de trabajo radicular, no se aprovechan tanto de las reservas del suelo, y requieren más abundantes estercoladuras. Cuando se trata de plantas de familias distintas, cuya acidez de jugo radicular es más variable, las comparaciones no son tan precisas, á causa de que esta capacidad intrínseca corresponde a una potencia variable, para atacar los alimentos insolubles. Sin embargo, las indicaciones son siempre un dato digno de tenerse en cuenta.

En el trigo de invierno, el trabajo de absorción diaria de las raíces es, según los distintos períodos:

	Miligramos
Desde la brotación al entallecido	3'8
Del entallecido a la florescencia	9'4
De la florescencia a la madurez	0'9

De estos datos, cabe corroborar los resultados inferidos de las precedentes consideraciones. Desde el entallecido a la florescencia, el trabajo radicular es más intenso, casi tres veces mayor que durante el primer período y diez veces más que durante la maduración.

Ahora ya conocemos las necesidades absolutas del trigo de invierno. Hemos determinado las cantidades totales de materias nutritivas necesarias para una buena cosecha, y sa-

bemos en qué momento y en qué forma se deben proporcionar. Sólo nos resta estudiar su empleo económico. En efecto, la intervención de los abonos en las tierras de cultivo sólo tiene por objeto aumentar el rendimiento natural hasta un punto ampliamente remunerador. Al efecto, es preciso mucho cuidado en no proporcionar al suelo más de lo estrictamente necesario. La estercoladura racional depende también de las necesidades de la planta y de los recursos asimilables del suelo, para equilibrar unas y otros.

Por lo tanto, el *conocimiento del suelo* es indispensable para determinar la estercoladura. El análisis permite hoy conocer positivamente la más adecuada composición de los abonos para las plantas y el trigo en particular. Consideramos de mediana fertilidad un suelo de suficiente profundidad que por kilogramo de tierra normal seca contenga: 1 gramo de nitrógeno total; 1 gramo de ácido fosfórico total, del que 0'2 gramos son asimilables, es decir, soluble en el ácido cítrico débil al 2 por 100, a las veinticuatro horas de contacto, de las cuales ocho son de agitación continua, y 1 gramo de potasa atacable por el ácido nítrico en ebullición, de los cuales 0'3 son asimilables, es decir, solubles en el ácido nítrico débil, de una acidez equivalente a 0'013 gramos de hidrógeno por 100, con la condición de que sea calcáreo, o bien debe enmargarse (figura 52).

Este suelo, cuidadosamente cultivado, que esté siempre limpio y bien mullido, amalgado de una manera conveniente con racional sucesión de plantas escardadas, de cereales y de leguminosas forrajeras destinadas a impedir que merme la cantidad de nitrógeno y que reciba regularmente el estiércol de granja, dará cosechas remuneradoras de cereales, con la sola condición de recibir en forma de abonos químicos complementarios la tercera parte o la mitad del nitrógeno total de las cosechas y la mitad de ácido fosfórico. No es necesaria, en este caso, la restitución directa de la potasa y de la cal, a causa de la intervención del estiércol en el amalgamiento para la primera y de los abonos fosfatados que siempre contienen bastante cantidad de la última.

En este suelo ideal emplearemos para el trigo de in-



Sin abono

Abono completo

Fig. 52.—Acción de los abonos en el trigo.

vierno de 40 a 60 kilogramos de nitrógeno en forma fácilmente asimilable, y, además, de 35 a 40 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el agua y el citrato. En cuanto a la estercoladura nitrogenada, estas dosis corresponden a 200 y 300 kilogramos de sulfato amónico, o bien 260 y 400 kilogramos de nitrato sódico, o también 300 y 460 kilogramos de sangre desecada. Las cantidades mayores sólo se aplican a los suelos de difícil nitrificación. Tocante a la estercoladura fosfatada, se habrían de esparcir de 250 a 300 kilogramos de superfosfatos al 14 por 100.

Según el estudio de la marcha de la absorción y de las relaciones entre los abonos y el suelo, conviene distribuirlos en épocas a propósito para asegurar su eficacia. Esparciremos los superfosfatos antes de la siembra, enterrándolos mediante un buen rastrilleo o con una escarificación. En cuanto a la estercoladura nitrogenada, la dividiremos en dos partes. La primera se distribuirá en otoño en forma de sulfato amónico (100 kilogramos) o sangre desecada (200 kilogramos), de sobra suficiente para satisfacer las primeras necesidades de la planta, que, según hemos podido observar, no son muchas hasta la primavera. El resto de la estercoladura nitrogenada se distribuirá en cobertera en forma de nitrato sódico cuando despierte la vegetación, en marzo o abril lo más tarde. Este procedimiento tiene dos ventajas: primero, satisfacer mejor las necesidades de la planta y luego asegurar el empleo del nitrógeno del modo más eficaz posible, evitando, por una parte, las pérdidas que pudieran producirse en invierno por filtración, y, sobre todo, permitirá que el cultivador tenga en cuenta las condiciones especiales de la vegetación. En efecto, cuando el otoño y el invierno fueran benignos, y que, por consiguiente, se prolongara la nitrificación durante el otoño y comenzara más pronto en primavera, sucedería que las antedichas dosis de nitrógeno, aplicadas de una sola vez en otoño, serían demasiado fuertes y producirían un desarrollo herbáceo por demás considerable, con riesgo de vuelco. Por el contrario, si en otoño sólo se da el nitrógeno estrictamente necesario para asegurar el desarrollo de la planta, se puede regular en primavera el complemento

conveniente según el aspecto de la vegetación. Si las plantas están raquíticas y amarillentas, se aplicará la dosis completa de nitrato, y, por el contrario, se disminuirá si la vegetación es vigorosa. Cuando las hojas tengan color verde azulado, debe suprimirse la dosis complementaria.

Las tierras de cultivo no tienen ni de mucho esta composición típica de fertilidad promedia. Los diferentes suelos que se cultivan son más o menos abundantes o pobres en uno o varios elementos fertilizantes fundamentales. Según varíe su cantidad, debe variar la estercoladura. En efecto, fácilmente se comprende que si la cantidad de nitrógeno, ácido fosfórico o potasa excede de las dosis antes indicadas, se puede disminuir la intensidad de la estercoladura. Por el contrario, será preciso aumentarla cuando la cantidad analítica de uno o de varios elementos fertilizantes sea inferior al término medio que hemos indicado.

En el trigo y demás cereales, el empleo del *ácido fosfórico* no es ventajoso desde el punto de vista económico, cuando los suelos contienen en forma asimilable o soluble en el ácido cítrico débil más de 0'3 gramos por kilogramo. En cuanto a la potasa, es necesaria cuando la tierra sólo contiene en forma asimilable 0'15 gramos aproximadamente.

Por lo que se refiere al nitrógeno, caben algunas distinciones, porque la dosificación total de este cuerpo no basta para que podamos apreciar la velocidad de su nitrificación. Una estercoladura nitrogenada puede ser también necesaria en los suelos que contengan de 1 a 2 gramos de nitrógeno, y aun más, si la tierra no es calcárea. En efecto, en las tierras no calcáreas, el nitrógeno orgánico no se transforma en nitrato asimilable. Sólo se efectúa la fermentación amoniacal, mucho más lenta, que proporciona a los vegetales el necesario nitrógeno asimilable. Teniendo en cuenta que a igual abundancia de nitrógeno la estercoladura nitrogenada debe ser mayor en los suelos no calcáreos, siempre conviene, cuando se trata de los cereales, y en particular del trigo, disminuir la dosis de la estercoladura nitrogenada, desde el momento en que el análisis del suelo revela más de un gramo. Por esto, en los suelos de limo de las mesetas y de arcilla de sílex de la

Beauce, donde la dosis de nitrógeno varía entre 1'2 y 1'4 gramos por kilogramo, nunca se deben dar más de 30 a 35 kilogramos de nitrógeno soluble al trigo de invierno. Mayor cantidad determinaría, por lo general, el vuelco y el moho.

Por otra parte, si la tierra es más pobre que el suelo, ideal que hemos imaginado, se debe forzar la estercoladura. Pero si el tanto por ciento de nitrógeno desciende hasta medio gramo y aun menos, no será económico pretender cosechas intensivas de una tierra tan pobre. Será más provechoso destinarlas a bosques o al cultivo intensivo de forrajes. En los suelos poco calcáreos, con menos de 1 gramo de nitrógeno por kilogramo en la tierra, se aumentará la dosis de estercoladura proporcionalmente al déficit comprobado. A lo sumo podrá llegarse a 60 kilogramos por hectárea de sulfato amónico y nitrato sódico, en cuanto al trigo. Las estercoladuras nitrogenadas orgánicas son muy recomendables en este caso, por lo que conviene producir mucho estiércol, y a falta de él, comprar tortas o polvos que necesiten aproximadamente dos años para descomponerse completamente. Huelga decir que entonces las dosis de nitrógeno incorporadas al suelo deben ser más considerables que las indicadas anteriormente, que se refieren a los abonos inmediatamente asimilables.

Tocante al ácido fosfórico, cuando la dosis es inferior a 1 gramo por kilogramo, del cual 0'2 gramos son solubles en el ácido cítrico débil, conviene forzar la dosis del abono fosfatado, y en ningún caso habrá inconveniente en incorporar al suelo mucho ácido fosfórico. La experiencia ha demostrado que, con dosificaciones inferiores, la cosecha resulta siempre mala tratándose del trigo, si no se acude al empleo de dosis superiores a 40 kilogramos por hectárea de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato. La planta se forma y se desarrolla con regularidad si los otros principios fertilizantes no faltan; pero los rendimientos son deficientes, y no pasan de 20 hectolitros por hectárea cuando la dosis de ácido fosfórico soluble en el ácido cítrico débil sólo llega a 0'1 gramos. En tales suelos, sólo se obtendrán medias cosechas, sin contar con que se den casos en que el vuelco o el

moho mermen aun más los rendimientos. Cuando las tierras contengan menos de 0'5 gramos de ácido fosfórico total, o menos de 0'1 gramos del mismo principio asimilable, se deben emplear sin reparo 60 kilogramos de este elemento nutritivo. Si se trata de suelos abundantes en nitrógeno y pobres en ácido fosfórico, no se escatimará nunca el superfosfato, porque el exceso de ácido fosfórico asimilable contraría la tendencia a una vegetación demasiado exuberante por exceso de nitrógeno, y a causa de la precocidad que presta a la cosecha, previene las enojosas contingencias del escaldado. En términos generales, en las tierras pobres en ácido fosfórico, se emplearán por lo menos de 400 a 500 kilogramos de superfosfato al 15 por 100.

Finalmente, sólo emplearemos la potasa en el cultivo del trigo de invierno y demás cereales en las tierras calcáreas o arenosas, generalmente pobres de este elemento, si les falta estiércol, cuando la cantidad de potasa asimilable sea inferior a 0'2 o 0'15 gramos por kilogramo. Las dosis variarán entre 100 y 150 kilogramos por hectárea de cloruro potásico o de sulfato potásico, enterrándose algún tiempo antes de la siembra, a menos que se trate de suelos sin poder absorbente, porque entonces será preferible esparcirla en primavera en cobertera de modo análogo al nitrato sódico.

Para mejor precisar las anteriores indicaciones, conviene tener en cuenta la sucesión de cultivos y de estercoladuras. Porque es evidente que estas condiciones pueden modificar considerablemente las relativas a la naturaleza y cantidad de los principios fertilizantes de que deben constar las estercoladuras racionales. En la precedente discusión, hemos prescindido adrede de lo relativo al estiércol de granja, porque resultaba más claro y concluyente no hablar de los principios del estiércol de granja ni de los elementos fertilizantes aislados. Sin embargo, no ha de imaginarse el lector que, desdenando antiguas prácticas, nos fijemos tan sólo en los abonos químicos y sacrifiquemos el estiércol al punto de vista de nuestros principios. En el estudio especial, hemos demostrado que en todas las cosechas de nuestra comarca obtuvimos resultados más ventajosos con el empleo combi-

nado de medianas dosis de estiércol y abonos complementarios. Tenemos, pues, la convicción de que en el cultivo del trigo de invierno el mejor modo de estercolar el terreno es el indicado, porque se siembra este cereal a barbecho o medio barbecho. Se esparcen por hectárea unas 20 toneladas de estiércol aproximadamente y se completa la estercoladura con abonos químicos, en cantidades variables según la naturaleza del suelo y teniendo en cuenta los elementos fertilizantes contenidos en el estiércol empleado. Si el suelo contiene 1 gramo de nitrógeno por kilogramo y además la tierra es calcárea, como quiera que el estiércol ya es de por sí abundante en este elemento, no habrá necesidad de acudir al empleo total de la dosis indicada. Bastarán 150 kilogramos de nitrato sódico esparcidos en primavera para asegurar, durante la época en que la absorción es más activa, una suficiente alimentación nitrogenada. En tierras más abundosas, como las de Beauce o de Brie, que contienen 1'2 o 1'4 gramos de nitrógeno, bastarán 100 kilogramos, a no ser que el trigo haya sufrido en invierno. Por el contrario, en los suelos pobres en nitrógeno, pueden darse hasta 200 kilogramos de nitrato, aumentando el estiércol hasta 30,000 kilogramos, si es posible.

Excepto en las tierras pobres en *potasa*, el estiércol asegura al trigo suficiente provisión de este alimento. Por lo tanto, en estos casos, la provisión de este elemento no debe preocupar en la práctica. Sin embargo, si la dosis de estiércol no fuese suficiente y la tierra contuviera menos de 0'15 gramos de potasa asimilable, entonces se aplicarán 100 kilogramos de cloruro potásico.

En cuanto al *ácido fosfórico*, siempre es necesario. En general, este elemento es el menos abundante en el estiércol, y esta pobreza se nota más en las tierras mal provistas de este cuerpo; por lo tanto, no vacilaremos en recomendar que siempre se completen las estercoladuras destinadas a los trigos de invierno con dosis elevadas de abonos fosfatados. Desde luego no es despreciable el fosfato proporcionado por el estiércol; pero cede muy lentamente su ácido fosfórico a las raíces a medida que se produce la lenta combustión de

este abono orgánico. Por otra parte, el estiércol allega una cantidad relativamente elevada de nitrógeno y de potasa, por lo que creemos, si no necesario, muy conveniente proporcionar con el estiércol las mismas dosis de superfosfatos o escorias que hemos indicado anteriormente, o sea de 250 a 500 kilogramos, según la riqueza del suelo.

Especialmente, en Beauce, se abonan con estiércol de granja los suelos destinados a cultivar trigo de invierno en *majadas*. Hemos visto que el estiércol de granja allega considerables cantidades de nitrógeno y de potasa y corta cantidad de ácido fosfórico, apenas suficiente en suelos de mediana fertilidad. Por lo tanto, será necesario, además del cultivo en majadas, aplicar una dosis de superfosfato, que aumentará según la pobreza del suelo. En un experimento realizado en 1887-88, con la cooperación de Létang, añadimos 60 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el citrato a una majada de media cabeza por metro cuadrado, en un suelo pobre en ácido fosfórico. Así obtuvimos muy notables excedentes de cosecha, como sigue:

	Grano Quintales	Paja Quintales
Superfosfato solo	8'65	10'15
Majada sola.	10'68	13'76
Majada y superfosfato.	17'71	21'96

Cuando las condiciones económicas lo permiten, se suple el estiércol y la majada con tortas de semillas oleaginosas impropias para la alimentación. De ellas se distribuyen aproximadamente 1,200 kilogramos por hectárea, que contienen a lo sumo 60 kilogramos de nitrógeno y 20 kilogramos de ácido fosfórico. Se completan estas estercoladuras con 200 o 500 kilogramos de superfosfato, según la pobreza del suelo en ácido fosfórico asimilable. Si los suelos son pobres en potasa, se añadirá cloruro potásico en las proporciones indicadas anteriormente.

En los *prados artificiales*, de trébol, alfalfa, pipirigallo, plantas que proporcionan al suelo nitrógeno asimilable, el trigo medra generalmente con mucho vigor, y toma el color verde azulado, característico de una vegetación exuberante,

dando mucha paja y poco grano. Suele sobrevenir el enmohecimiento y casi siempre el escaldado. Se evitan estos inconvenientes, producidos por exceso de nitrógeno asimilable en el suelo, incorporando a las tierras cantidades elevadas de superfosfatos. En la propiedad de Ovide Benoist, en Gas, en 1886-87, cultivamos trigo en un desmonte de alfalfa de tres años; obtuvimos los resultados siguientes en suelos pobres en ácido fosfórico:

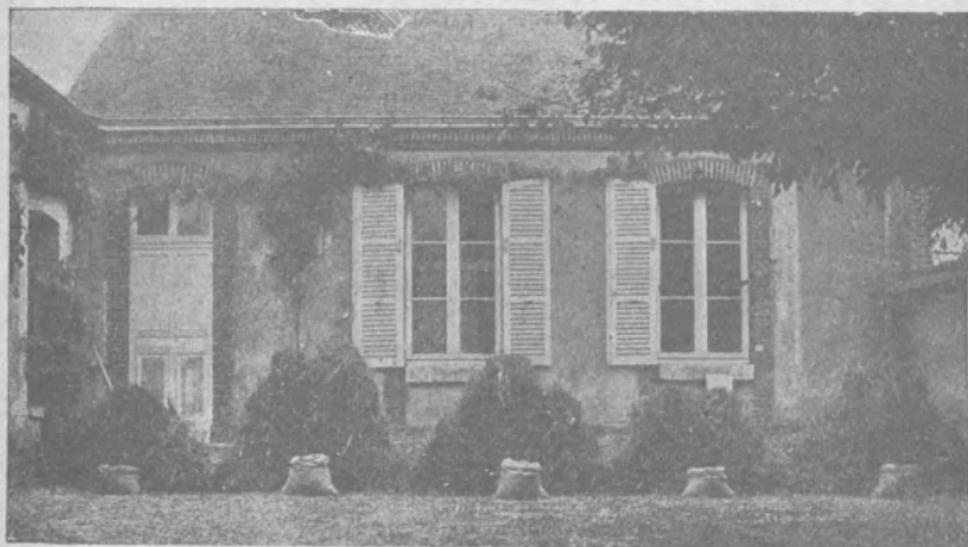
	Rendimiento por hectárea	
	Grano Quintales	Paja Quintales
Sin abono	18'0	31'9
Superfosfato (800 kilogramos).	25'1	45'7
Excedente debido al superfosfato.	7'1	13'8

Por el contrario, después de una cosecha de *remolachas forrajeras* o de *remolachas de azúcar* que hayan recibido considerable dosis de superfosfato o de escorias, como es costumbre para obtener una buena cosecha de trigo candeal, conviene no dar al suelo más que una mediana estercoladura nitrogenada. Por término medio, se emplearán 100 kilogramos de sulfato amónico en otoño y 100 kilogramos de nitrato sódico en primavera. En efecto, el trigo en estas condiciones está más expuesto a notar la falta de nitrógeno que la de ácido fosfórico, pues en la generalidad de los casos se observa que la planta aparece amarillenta en primavera y crece poco la paja, lo cual es signo característico de falta de nitrógeno. Pero si las raíces sólo se alimentaron de estiércol, la cosa cambia completamente, y conviene dar a la vez nitrógeno y ácido fosfórico. En ciertos terrenos pobres de este último elemento fertilizante, como son los formados con arcillas de silex, arcilla molar y las arenas de Fontainebleau, después de dar abundantes cosechas de raíces y recibir dosis moderadas de superfosfato con estiércol, no se ha de vacilar en darles un suplemento de unos 300 kilogramos de abonos fosfatados.

«En la hacienda de Maudemain, en Grouasleux, con 31 kilogramos de nitrógeno nítrico y 60 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el citrato, después de una cosecha de remolachas forrajeras, obtuvimos 28'1 quintales de trigo can-

deal y 62 quintales de paja. El terreno sin abonar sólo rindió 17'6 quintales de grano y 35'6 quintales de paja. Gracias a la expresada estercoladura, que costaba entonces unos 64 francos (1887-88), obtuvimos aumentos por valor de 370 francos.

»Después del cultivo de la variedad de patata (fig. 53)



	I	II	III	IV	V
	Sin abono	Abono complejo	Sin ácido fosfórico	Sin nitrógeno	Sin potasa
Rendimiento:	25 hl.	37'5 hl.	34'2 hl.	27'6 hl.	33'2 hl.

Fig. 53.—Cultivo de trigo después de haber cultivado patatas (1).

llamada *Richter's Emperor*, de la que obtuvo Égasse elevados rendimientos con buenos abonos de estiércol, nitrato y fosfatos, cosechó en Archevilliers, cerca de Chartres, excelentes trigos con una estercoladura en cobertera de 100 a 150 kilogramos de nitrato sódico, cantidad que disminuye o aumenta, según la crudeza de los inviernos.» (*Los cereales*).

Del conjunto de las precedentes observaciones, podemos concluir, con relación a la estercoladura racional de las plantas, que depende principalmente:

1.º -De las necesidades absolutas de la planta considerada:

(1) Se abonaron las patatas, y en primavera recibió el trigo un complemento de nitrato en II, III y V.

2.º De la marcha de la absorción de los principios nutritivos;

3.º De la marcha relativa de la absorción de los elementos nutritivos y formación de la materia orgánica;

4.º De la aptitud relativa de cada planta para aprovecharse de los recursos del suelo (trabajo radicular);

5.º De los recursos del suelo;

6.º De los abonos aplicados a plantaciones anteriores.

Teniendo en cuenta estas condiciones en cada situación particular, los cultivadores podrán resolver sin dificultad el problema del empleo económico de los abonos.

ESTERCOLADURA DE LOS DEMÁS CEREALES

Después de lo expuesto con relación a la estercoladura del trigo, podemos ser mucho más breves en cuanto a los demás cereales. Por de pronto, indicamos en el cuadro *a* las necesidades absolutas de elementos nutritivos de cada clase de cereal; luego, en el cuadro *b*, señalamos la marcha de la absorción de los principios nutritivos en la formación de la materia orgánica; por último, en la tabla *c*, anotamos la marcha del trabajo radicular y su promedio. Gracias a estas indicaciones, podremos establecer en pocas líneas las condiciones de las estercoladuras más convenientes a cada una de las plantas que vamos a estudiar en esta serie.

a. Cantidades de elementos nutritivos necesarios para alimentar una buena cosecha

	Rendimiento Hectolitros	Nitrógeno Kilogr.	Acido fosfórico Kilogr.	Cal Kilogr.	Potasa Kilogr.
Trigo de mayo.	40	138	74	62	195
Centeno de invierno. . .	35	110	39	64	131
Alcalcel de invierno. . .	50	86	36	40	50
Cebada de marzo	40	86	79	43	90
Avena de marzo.	50	126	79	38	129
Alforfón	30	68	44	117	87
Maíz primerizo	40	68	29	29	82
Mijo común.	40	66	57	31	112

b. *Marcha de la absorción de los elementos nutritivos y de la formación de la materia seca*

		Materia seca	Nitrógeno	Acido fosfórico	Cal	Potasa
Trigo de marzo . . .	T	13'70	14'83	20'14	22'84	26'66
	F	88'97	100'00	74'21	100'00	100'00
	M	100'00	80'90	100'00	68'50	79'30
Centeno de invierno . . .	T	6'40	12'14	14'50	9'40	15'10
	F	48'10	81'70	58'90	52'50	82'50
	M	100'00	100'00	100'00	100'00	100'00
Alcalcel de invierno . . .	T	7'40	13'80	11'60	18'30	24'30
	F	27'00	36'50	32'30	42'50	100'00
	M	100'00	100'00	100'00	100'00	93'70
Cebada de marzo . . .	T	3'25	7'15	4'41	4'62	3'81
	F	32'74	34'09	37'12	31'50	28'27
	M	100'00	100'00	100'00	100'00	100'00
Avena de marzo . . .	T	20'28	39'83	14'32	18'02	13'31
	F	58'82	63'07	52'91	57'94	36'92
	M	100'00	100'00	100'00	100'00	100'00
Maíz cuarenteno . . .	T	1'70	6'30	1'90	5'00	4'40
	F	31'30	39'80	29'70	61'30	100'00
	M	100'00	100'00	100'00	100'00	73'70
Mijo común	T	2'80	8'20	3'80	4'97	7'30
	F	37'70	59'70	42'90	55'17	96'50
	M	100'00	100'00	100'00	100'00	100'00
Alforjón	T	2'67	3'59	3'02	3'43	4'02
	F	75'70	62'63	75'58	100'00	100'00
	M	100'00	100'00	100'00	64'27	48'90

T = entallecido, F = florecencia, M = madurez.

c. *Marcha del trabajo radicular y trabajo radicular medio*

	1.er período	2.º período	3.º período	Trabajo medio
Trigo de marzo	26'79	14'19	0'10	14'50
Centeno de invierno	4'90	9'13	2'01	4'80
Alcalcel de invierno	2'60	8'88	4'00	3'80
Cebada de primavera	7'09	9'42	6'00	7'00
Avena de marzo	10'30	1'55	1'13	2'80
Maíz cuarenteno	30'13	15'20	3'21	13'30
Mijo	21'76	36'92	4'70	22'00
Alforjón	62'50	62'70	3'30	38'00

En el cuadro c, el primer período abarca hasta el entallecido refiriéndonos a las cinco primeras plantas, y hasta un

mes aproximadamente a contar de la brotación en cuanto a las tres últimas. El segundo periodo comprende desde el entallecido hasta la florecencia, y el tercero desde la florecencia hasta la madurez. El trabajo radicular promedio comprende todo el periodo de la vegetación desde la brotación hasta la madurez.

TRIGO DE MARZO

En iguales rendimientos de grano, el trigo de marzo tiene sensiblemente poco más o menos las mismas exigencias totales de ácido fosfórico y cal que el trigo de invierno; pero absorbe más nitrógeno y potasa. Sin embargo, la comparación de estas cantidades totales no explica suficientemente la diferente necesidad de abono del trigo de invierno y de primavera. Este último es más exigente que el primero respecto a la estercoladura; pero, si se considera la marcha de la absorción de los principios nutritivos (fig. 54), es fácil la explicación.

En efecto, el trigo de marzo, desde la brotación al entallecido, entre los cuales fenómenos sólo media un mes, produce una cantidad de materia orgánica relativamente superior a la que produce el trigo de invierno durante el mismo periodo, cuya duración es casi seis veces mayor. La absorción de los principios nutritivos sin excepción es entonces todavía más rápida que la materia vegetal. Hay, pues, mucha mayor necesidad de facilitarle abonos desde el principio de la vegetación. Absorbe ávidamente la potasa, cal y ácido fosfórico. El nitrógeno viene en segundo término.

Desde el entallecido a la florecencia, la actividad de la absorción alcanza el máximo, como en el trigo de invierno; pero predomina la absorción de nitrógeno. Al llegar a la florecencia, la planta ha extraído del suelo toda la potasa, cal y nitrógeno que necesita, pero continúa absorbiendo ácido fosfórico hasta la madurez. En resumen, en el trigo de marzo o de primavera, la asimilación es más rápida que en el de invierno, y la necesidad de abono es también mayor antes del entallecido. La potasa y la cal son los elementos que

ambos trigos absorben con mayor actividad hasta la florecencia; la necesidad de nitrógeno es mayor desde el entallecido hasta la florecencia y es más intensa en los cereales de primavera. La necesidad de ácido fosfórico llega a su máximo en el momento del entallecido en los dos casos; y es mayor en el trigo de marzo.

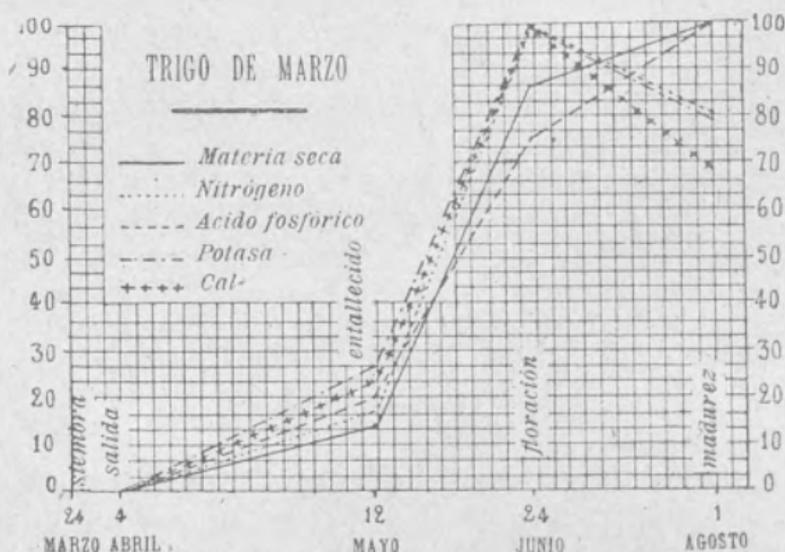


Fig. 54.—Proceso de la absorción de los elementos nutritivos.

Si ahora comparamos el desarrollo de las raíces de los dos trigos, vemos que el trigo de marzo es inferior en este punto al de invierno.

	Raíces por 100 de partes aéreas	
	T. de invierno	T. de marzo
Entallecido.	48'5	19'6
Florescencia	18'0	14'2
Madurez.	17'4	9'7

Resulta, pues, que el trabajo radicular, como puede verse en el cuadro *c*, es mucho mayor en el trigo de primavera. En fin, este último, durante el entallecido absorbe por unidad de raíces siete veces más que el trigo de invierno; y, además, una vez y media más durante la florecencia. La necesidad

de abono es, pues, en estos trigos, todavía mayor que en los de invierno.

De lo expuesto, concluiremos que, en los suelos tipos, debiendo darse al trigo de marzo 45 kilogramos de nitrógeno nítrico y 300 kilogramos de superfosfato, que se enterrarán mediante un rastrilleo antes de la siembra. Se moderará la dosis de nitrógeno en los suelos fértiles y se aumentará el ácido fosfórico en las tierras pobres. La potasa será útil en los suelos que contengan poca cantidad de este elemento, debiendo darse una dosis de 100 a 150 kilogramos de cloruro potásico. La rapidez de la absorción desde el comienzo de la vegetación, indicará que no conviene el empleo directo del estiércol de granja en estas siembras. Este abono deberá, en todo caso, enterrarse en la cosecha precedente. Por lo demás, a estos trigos es aplicable cuanto hemos dicho de los trigos de invierno.

CENTENO DE OTOÑO

Si las cantidades de principios nutritivos de una cosecha de 35 hectolitros de centeno se comparan con las que consume una cosecha de trigo candeal, se observa que el centeno es algo menos exigente de nitrógeno y ácido fosfórico, si bien demanda la misma cantidad de potasa. Pero estas cifras no explican las comprobaciones prácticas de que el centeno exige menos caliza que el trigo candeal, aunque las dos plantas extraen poco más o menos la misma cantidad de cal para producir una buena cosecha. Por otra parte, el trigo candeal, en los suelos medianamente provistos de ácido fosfórico, puede que sea más sensible aún que el trigo candeal a la acción de los abonos fosfatados, aunque el último absorba mayor cantidad total de este principio fertilizante.

Observando la marcha de la absorción de los principios nutritivos (fig. 55), se aclaran pronto estos dos puntos de vista. Durante la primera fase de vegetación del centeno, los elementos nutritivos considerados se absorben con rapidez superior a la formación de la materia vegetal. Esto ya demuestra que el centeno, desde el principio de la vegetación

hasta el final de la florescencia, es muy sensible a la acción de los abonos fácilmente asimilables; porque desde el entallecido hasta esta última fase, la rapidez de la asimilación se acentúa aun más en el trigo candeal. En este último, la absorción de la potasa es aún más activa hasta la florescencia; pero, en lugar de venir inmediatamente después la cal, se la ve relegada a último término. Se comprende, pues, sin

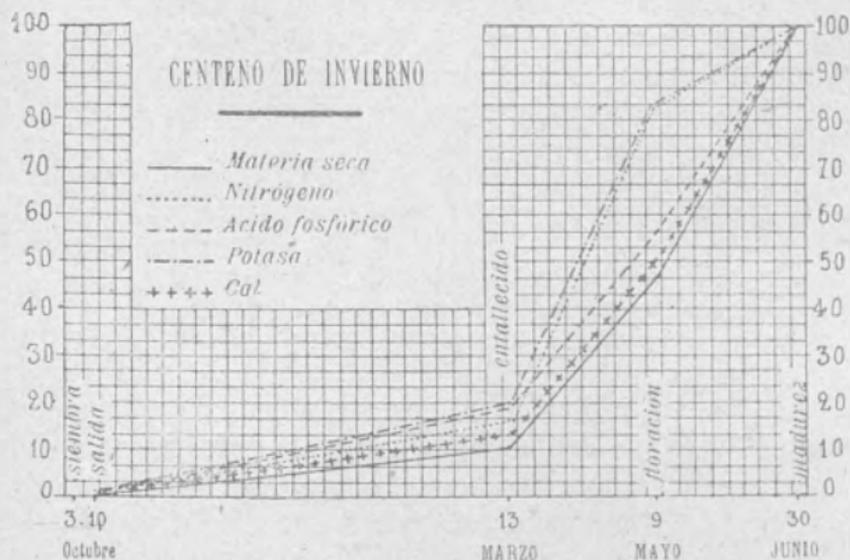


Fig. 55.—Proceso de la absorción de los elementos nutritivos.

dificultad, que el centeno es menos exigente que el trigo en cuanto a la naturaleza calcárea del terreno.

Observando la marcha de la asimilación del ácido fosfórico, se ve que, durante la primera fase del centeno de invierno, dicho cuerpo es el que la planta absorbe con más rapidez después de la potasa. En suelos silico-arcillosos o silico-calcáreos, pobres en ácido fosfórico, como sucede en los de la Beauce y del Perche, derivados de los limos de las mesetas y de las arcillas de silex, los superfosfatos o las escorias de desfosforización deben desempeñar un papel capital en la brotación del centeno. Esta preponderancia del ácido fosfórico queda suplantada desde el entallecido por la del nitrógeno; pero hasta la florescencia y también durante la

madurez, es muy perentoria la necesidad de este primer elemento mineral.

En cuanto al nitrógeno, lo absorbe la planta ávidamente desde el entallecido hasta la florescencia.

En resumen, puede decirse que, en el período otoñal, el centeno está ávido de ácido fosfórico y sobre todo de nitrógeno desde el entallecido hasta que termina la florescencia.

En el centeno de invierno, el desarrollo proporcional de las raíces sigue una marcha paralela a la comprobada al tratar del trigo candeal de otoño. El trabajo de absorción cotidiano del gramo de raíces secas sigue el mismo orden:

	Raíces p. 100 de partes aéreas Miligramos	Trabajo radicular medio Miligramos
De la brotación al entallecido	44.4	4.1
Del entallecido a la florescencia	17.8	9.1
De la florescencia a la madurez	17.8	2.0

El trabajo radicular es dos veces más considerable durante el segundo período que durante el primero, y en total iguala en esta época al que encontramos al tratar del trigo. Entonces, por lo general, se hace sentir más la necesidad de abono y producen mayor efecto las estercoladuras que son rápidamente asimilables.

En las tierras tipo, convendrá dar al centeno de invierno de 35 a 45 kilogramos de nitrógeno y de 20 a 30 kilogramos aproximadamente de ácido fosfórico soluble en el citrato, o sean 200 kilogramos de sulfato amónico o 300 kilogramos de sangre desecada, con 200 kilogramos de superfosfato. Si se ha suministrado estiércol, se completará con las dosis de superfosfato ya indicadas. En las tierras abundantes en nitrógeno se reducirá la estercoladura nitrogenada a 150 o hasta 100 kilogramos de sulfato amónico, y es más conveniente en terrenos pobres doblar las cantidades de superfosfatos. Será conveniente, para que resulte más seguras las aplicaciones, fijarse siempre en el trigo de invierno.

ALCACÉL DE INVIERNO

De los cereales hasta aquí examinados, el alcacél de invierno es el menos exigente. La potasa que absorbe es inferior en cantidad a la absorbida por el trigo candeal y el centeno y lo mismo cabe decir de la cal. El ácido fosfórico está en cantidad poco más o menos igual a la del centeno y

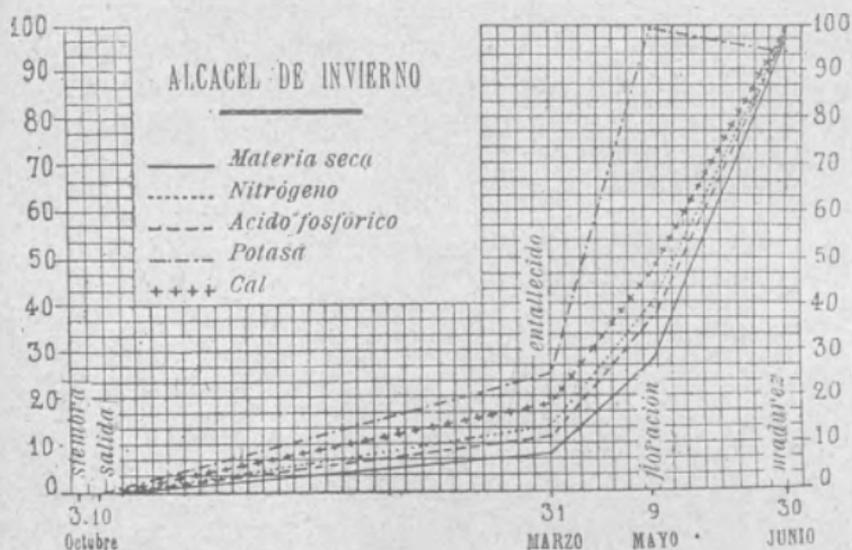


Fig. 56.—Proceso de la absorción de los elementos nutritivos.

sólo llega a la mitad de la del trigo candeal. Lo que mayormente absorbe la planta es nitrógeno.

El examen de la marcha de la absorción de los elementos nutritivos (fig. 56) indica que la asimilación de éstos es más rápida que la formación de la materia vegetal seca desde la brotación hasta el entallecido, y sobre todo desde el entallecido hasta la florecencia. Desde esta última época hasta la madurez, la absorción continúa regularmente, excepto la potasa, pero con intensidad decreciente. Lo mismo que se ha dicho de los cereales precedentes, puede decirse del alcacél que, antes del entallecido y hasta la plena florecencia, tiene mayor necesidad de abono. De entre los elementos fertilizantes, la potasa es la que con mayor avidez absorbe, aunque la

cantidad total no sea considerable. Sigue después la cal, lo que permite admitir que el alcacel prefiere a todos los suelos los calcáreos arcillosos, abundantes en potasa, mientras no sean demasiado húmedos en invierno. El nitrógeno viene en tercer lugar, y por último el ácido fosfórico.

Hay notable diferencia con lo comprobado en los otros cereales de invierno, cuya necesidad de ácido fosfórico es casi siempre superior a la de nitrógeno.

En varios experimentos de abonos realizados en las mismas condiciones y en los mismos suelos en que antes efectuamos las indagaciones relativas a la absorción, observamos que mientras el suelo sin abono nos producía 100 de grano, teníamos:

Con nitrógeno y potasa	212
Con nitrógeno y ácido fosfórico	200
Con potasa y ácido fosfórico	122

El nitrógeno es, por lo tanto, el elemento fertilizante que desempeña el principal papel en el aumento de producción.

El alcacel tiene un desarrollo radicular relativamente mayor que el centeno y el trigo candeal de invierno durante los dos períodos más activos de la absorción. Se infiere de ello que el trabajo realizado por cada gramo de materia seca de los órganos subterráneos debe ser más débil, y que el alcacel es menos exigente que los otros en cuanto a la fertilidad natural o adquirida, pues si durante la madurez ocurre lo contrario, no es menos cierto que si la planta prolonga su actividad radicular puede utilizar mejor las reservas del suelo.

A continuación anotamos, respecto al desarrollo radicular proporcional, el trabajo de absorción cotidiano de un gramo de raíces secas:

	Raíces p. 100 de partes aéreas Miligramos	Trabajo radicular medio Miligramos
De la brotación al entallecido	58'9	2'6
Del entallecido a la florescencia	21'5	8'9
De la florescencia a la madurez	12'0	4'0

También es más considerable el trabajo de absorción desde el entallecido hasta la florescencia. Es, pues, necesario, según las características del fenómeno, que en esta época el suelo esté lo mejor provisto posible de nitrógeno, cal y potasa fácilmente asimilables. El ácido fosfórico viene en segundo lugar.

Durante la madurez, aun continúan las raíces trabajando activamente, y extraen el nitrógeno con tanta avidéz como anteriormente, y la cal y el ácido fosfórico más activamente que nunca. La absorción de la potasa ha terminado como ya vimos en el trigo.

En las tierras tipos de fertilidad media, se dará al alcalcel de invierno un abono que contenga de 30 a 43 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el citrato. Podrá componerse de 150 a 200 kilogramos de sulfato amónico y 200 kilogramos de superfosfato. Se aumentarán o se disminuirán las dosis según la composición del suelo, siguiendo las reglas que ya indicamos sobre este particular. La potasa podrá ser útil en suelos exclusivamente calcáreos o arenosos que tengan una riqueza inferior a 0'15 gramos por kilogramo de potasa asimilable. Se dará a razón de 50 a 100 kilogramos de cloruro potásico por hectárea.

CEBADA DE DOS CARRERAS DE PRIMAVERA

Así como el trigo de mayo es relativamente más exigente que el trigo de otoño, así también la cebada de dos carreras de primavera necesita más abono que la cebada cuadrada de invierno. La experiencia ha demostrado que esta necesidad es tanto mayor cuanto con mayor retraso se efectúan las siembras.

Para dar iguales rendimientos, la cebada de verano necesita extraer del suelo mayor cantidad de nitrógeno, de cal, ácido fosfórico y potasa que el alcalcel de invierno.

El estudio de la marcha de la absorción de los elementos nutritivos (fig. 57) demuestra que el nitrógeno y el ácido fosfórico muy asimilables son los alimentos más necesarios. Por el contrario, la cal y la potasa son absorbidas con menos avidéz.

Los experimentos sobre abonos nos han demostrado que el ácido fosfórico favorecía en gran manera el desarrollo y el entallecido de la cebada y que contribuía a la precocidad de la madurez.

De esto se infiere que, en el cultivo de la cebada de primavera, conviene el empleo del nitrato sódico, del superfosfato y también de las escorias en los suelos poco calcáreos. Las

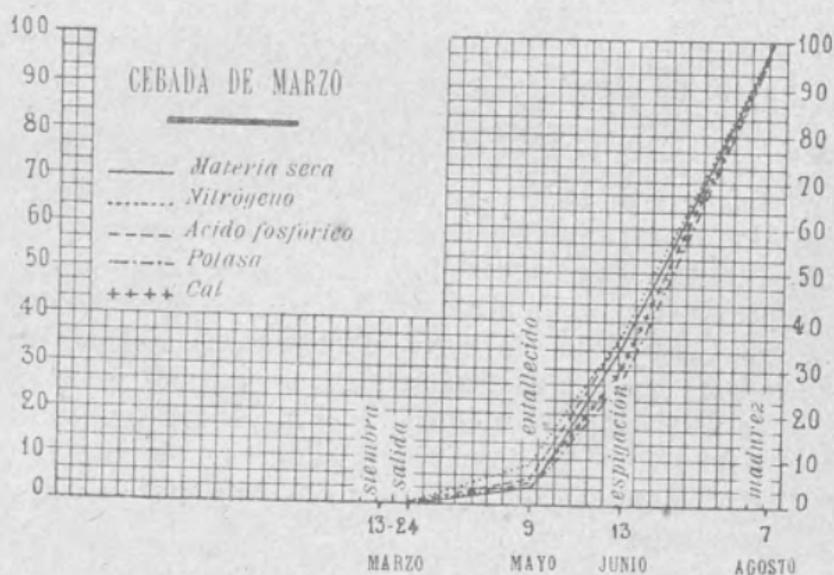


Fig. 57.—Proceso de la absorción de los elementos nutritivos.

sales de potasa, por el contrario, no son muy eficaces. En las experiencias que hemos realizado en Cloches y en Lacé, el empleo de la potasa no favoreció el cultivo de la cebada, y, sin embargo, en el suelo de Cloches influyen favorablemente los abonos potásicos en los cultivos de trigo, de avena, etc. Hoy día vemos que esto consiste en la absorción lenta y regular que permite a la planta extraer del suelo cuanto le es necesario. Contrariamente a lo que sucede con la potasa, nuestros ensayos culturales desde 1885 nos dieron inmejorables resultados con el empleo del nitrato sódico y del superfosfato.

El desarrollo radicular de la cebada es bastante considerable, aunque inferior al comprobado en la avena. He aquí

en qué proporciones se desarrollan las raíces en las distintas fases de la vegetación y cuál es la intensidad de la absorción cotidiana de la unidad radicular:

	Raíces p. 100 de partes aéreas Miligramos	Trabajo radicular medio Miligramos
De la brotación al entallecido	52'0	7'1
Del entallecido a la florescencia . . .	45'0	9'4
De la florescencia a la madurez . . .	11'0	6'0

Durante el segundo periodo de la vegetación de la cebada de primavera, llega a su máximo la actividad radicular. Desde que aparecen las espigas, la absorción por gramo de raíces disminuye notablemente. Por el contrario, antes del entallecido, las raíces funcionan casi con la misma intensidad que hasta el espigado. Por lo tanto, desde la brotación hasta la florescencia, y principalmente al iniciarse el entallecido, es más viva la necesidad de abono y en particular de nitrógeno en la primera fase, mientras que el ácido fosfórico es más necesario en la segunda.

En el cultivo de la cebada de primavera en suelos de fertilidad promedia, como el que hemos tomado por tipo, convendrá aplicar de 30 a 45 kilogramos de nitrógeno en forma de nitrato sódico, equivalente a 200 o 300 kilogramos de abono nitrogenado inmediatamente asimilable. Sin embargo, la dosis máxima sólo podrá emplearse en casos excepcionales, en cebadas no destinadas a la cervecería y en tierras donde no sea de temer el vuelco o acamamiento del cereal. En efecto, deben desecharse para la fabricación de la cerveza las cebadas demasiadas nitrogenadas, porque en estos casos las cervezas se conservan mal y se enturbian a causa de las fermentaciones secundarias que provoca la abundancia de albuminoides solubles que contienen.

En la aplicación de ácido fosfórico no se vacilará en recurrir a 40 o 45 kilogramos de este fertilizante en forma de superfosfato, o sean 300 kilogramos por hectárea.

Según la abundancia del suelo en nitrógeno y en ácido fosfórico, se disminuirá la dosis de nitrógeno hasta 15 kilogramos y se aumentará la del ácido fosfórico hasta 60 kilogramos.

Después de asiduas investigaciones, Lawes y Gilbert aconsejan el empleo de 45 kilogramos de nitrógeno amoniacal y nítrico y 60 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato.

En Beauce, hemos obtenido por lo general mejores resultados, empleando en nuestros suelos abundantes en nitrógeno y escasos de ácido fosfórico, 200 kilogramos de nitrato sódico y 400 kilogramos de superfosfato al 15 por 100.

Cuando la siembra de cebada se realiza en terrenos utilizados antes como praderas artificiales, convendrá suprimir el nitrógeno y aumentar bastante el ácido fosfórico al estercolarlos. Asimismo se suprimirá el nitrógeno cuando se siembra la cebada en prados artificiales, porque si el desarrollo de la cebada fuera muy grande, perjudicaría a las plantas de la pradera artificial.

En cuanto a la potasa, se empleará a las dosis de cloruro potásico, sólo en los suelos pobres que contengan menos de 0.15 gramos de esta base por kilogramo en estado asimilable. Por último, no conviene emplear el estiércol para este cereal de primavera, y lo mismo puede decirse de los otros cereales, porque se descompone demasiado lentamente y no proporciona la alimentación abundante y nutritiva que exigen estas plantas desde que empiezan a vegetar.

AVENA DE PRIMAVERA

Una buena cosecha de avena consume bastante más cantidad de nitrógeno y potasa, la misma cantidad de ácido fosfórico y casi tanta cal como una buena cosecha de cebada. Sin embargo, la avena exige menor cantidad de abono que la cebada. El estudio de la marcha de la absorción y del desarrollo de sus raíces explica ésta aparente anomalía (figura 59).

Cuando se examina, por una parte, la formación de la sustancia vegetal, y por otra, la asimilación de los elementos nutritivos, llama la atención la casi rectilínea regularidad de las curvas representativas de este fenómeno. Esto indica que la planta puede absorber día por día durante toda su

vida los elementos fertilizantes, y en ninguna época siente necesidad extraordinaria, salvo de nitrógeno, cuya necesidad es muy intensa desde la brotación hasta el entallecido, y desde éste hasta el espigado.

Dada la necesidad que antes del espigado tiene la avena de hallar en el suelo una provisión de nitrógeno de rápida



Sin abonos	Superfosfato	Superfosfato y nitrato
Paja : 62 gr. = 100	132 gr. = 212	170 gr. = 274
Grano : 34 gr. = 100	80 gr. = 235	88 gr. = 259

Fig. 58.—Acción de los abonos en la avena.

asimilación, convendrá que el terreno esté provisto de él. El nitrato sódico en cortas dosis favorece la producción, y los fosfatos solubles no son tan necesarios. Basta con que la planta encuentre a su disposición durante el curso de su vida la cantidad total que de este elemento absorbe. No está ávida de él en ciertas épocas, como lo está de nitrógeno, y lo mismo

sucede con la cal. En esto hay gran diferencia con lo comprobado en la cebada.

La potasa tiene al fin de la vegetación mayor actividad de absorción que al principio, sin que en ningún caso sea mayor que la formación de la materia orgánica.

Estos resultados experimentales permiten establecer que el abono de la avena debe ser sobre todo nitrogenado, y

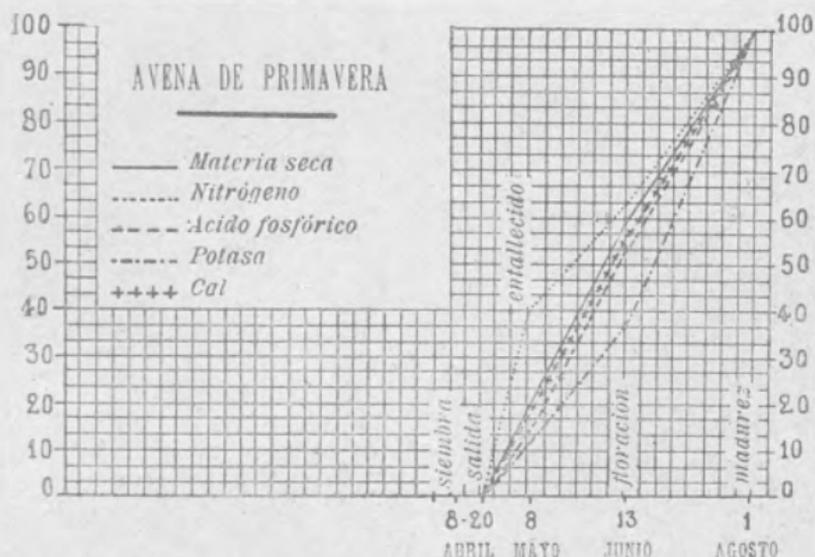


Fig. 59.—Proceso de la absorción de los elementos nutritivos.

que desde un principio se le debe dar nitrógeno soluble. Generalmente se obtienen buenas avenas de las siembras ejecutadas en desmante de prados artificiales que dejan el suelo con mucho nitrógeno rápidamente nitrificable.

El empleo del nitrato sódico, después del cultivo de un trigo que haya recibido abonos fosfatados, en un suelo pobre de este elemento, da también muy buenos resultados. Los superfosfatos, aun a dosis variables, no dan a las cosechas aumentos comparables con los que proporcionan los nitratos en los cultivos de cebada de primavera, trigo o raíces.

El desarrollo radicular de la avena es relativamente mucho más considerable que el de la cebada de primavera; y por consiguiente, el trabajo radicular es generalmente menor. He aquí algunas cifras para fijar las ideas:

	Raíces p. 100 de partes aéreas Miligramos	Trabajo radicular medio Miligramos
Entallecido	76'6	10'3
Florescencia.	100'0	1'5
Madurez	66'6	1'3

El trabajo radicular es aproximadamente siete veces mayor antes que después del entallecido. Pero la diferencia aumenta en cuanto al nitrógeno. Por lo tanto, la avena necesita abono antes del entallecido, pero la necesidad de nitrógeno es tres veces más intensa que la de los otros elementos reunidos. En nuestra obra sobre los *Cereales*, se encuentran los pormenores de esta demostración, que la falta de espacio nos impide exponer aquí.

Refiriéndonos a la cebada, el trabajo radicular es notable durante todo el periodo de la vegetación. Este cereal es mucho más exigente que la avena.

Aunque la avena es el cereal mejor organizado para extraer del suelo los últimos vestigios de elementos fertilizantes, no por ello se debe inferir que no necesita abono, como por desgracia suele creerse. Por el contrario, una estercoladura moderada, en relación con las necesidades de la planta y la calidad del suelo, es casi siempre remuneradora. En Francia acostumbra a cultivarse este cereal de primavera después del trigo o en desmonte de prado artificial. Después de un trigo estercolado, abonado, como ya indicamos, se puede obtener sin grandes gastos rendimiento considerable empleando en la siembra 150 kilogramos de nitrato sódico y asegurar una buena producción de grano. Se disminuirá la dosis de nitrato hasta 125 kilogramos en los suelos que contengan de 1'25 a 1'40 gramos de nitrógeno por kilogramo, pues conviene evitar el vuelco. Demasiada cantidad de nitrógeno puede ocasionar una vegetación exuberante que retarde la madurez, dando motivo a que los rayos solares de julio la perjudicaran. Si se ha sido poco pródigo en el empleo de superfosfatos al abonar el trigo, podrá corregirse esta falta incorporando al terreno 200 o 300 kilogramos de nitrato sódico, especialmente si los suelos son pobres en materias

nitrogenadas. En cuanto a la potasa, sólo conviene en tierras que contengan menos de 0'15 gramos por kilogramo, en estado asimilable. El estiércol no es útil en este caso, porque se descompone demasiado lentamente.

Cuando la avena se cultiva en terreno que ha servido para prados artificiales, sólo debe dársele una fuerte dosis de superfosfato, según indicamos para el trigo y la cebada. En estas condiciones se logran casi siempre considerables rendimientos de grano y paja.

MAÍZ

En igualdad de rendimiento, las exigencias totales del maíz granado son menores que las del trigo y otros cereales. Relativamente son pocas las cantidades de espigas y de hojas

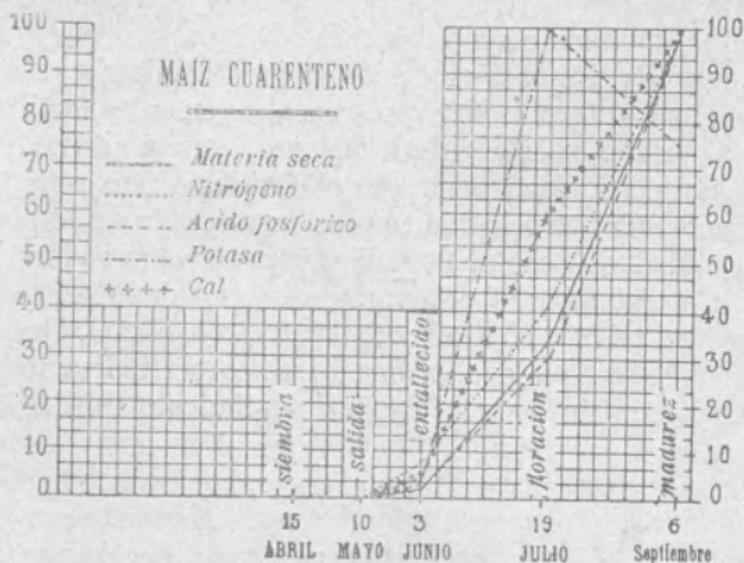


Fig. 60.—Proceso de la absorción de los elementos nutritivos.

que produce el maíz, lo cual disminuye notablemente su necesidad en principios fertilizantes.

Observando la marcha de la absorción de los principios nutritivos del maíz (fig. 60), se echa de ver que el maíz precoz necesita muchos elementos fertilizantes de toda clase durante

el mes siguiente a la brotación. Especialmente el nitrógeno es absorbido con avidez; luego la cal, la potasa, y, por último, el ácido fosfórico. Desde entonces hasta la florescencia, aumenta y predomina la necesidad de potasa y cal, mientras que la absorción del nitrógeno continúa siendo casi la misma. En cuanto al ácido fosfórico, después del primer tercio de este



Fig. 61.—Acción del nitrato en el maíz.

segundo período, la curva de absorción pasa por debajo de la de formación de la materia seca. La necesidad que de ácido fosfórico tiene la planta, disminuye desde entonces, sin que haya sido nunca muy intensa. Desde la florescencia hasta la madurez no absorbe potasa, y disminuye la absorción de cal y nitrógeno. La del ácido fosfórico continúa con regularidad.

El examen del trabajo radicular demuestra que el del maíz es algo mayor que el del trigo de primavera. En el pri-

mer periodo, es dos veces mayor que en el segundo, y diez veces mayor que en la madurez. De esto se infiere que la necesidad de abonos muy asimilables es muchísima durante el primer mes y no poca durante su florecencia.

De estas observaciones concluimos que el maíz necesita especialmente abonos nitrogenados muy solubles, como el nitrato sódico (fig. 61) y, aun mejor, sulfato amónico, en suelos arcillo-calcáreos bastante abundantes en cal y potasa. Una dosis media de superfosfato favorecerá el arranque de la vegetación, si bien la utilidad de este abono será mayor en los suelos pobres en ácido fosfórico. En los suelos pobres en potasa, habrá que asegurar el aprovisionamiento necesario de este fertilizante mediante el abono con estiércol de granja de las cosechas precedentes, o bien distribuyendo cloruro potásico antes de la siembra a la dosis de 100 a 150 kilogramos por hectárea.

Como el maíz no está expuesto al vuelco, se le pueden aplicar intensas estercoladuras. Cuando se entierra el estiércol antes del invierno, pueden emplearse, según Burger, hasta 70,000 kilogramos por hectárea y cosecharse así de 65 a 75 hectolitros de grano por hectárea. Una tierra de fertilidad media puede abonarse con 300 kilogramos de nitrato sódico y la misma cantidad de superfosfato. En suelos arenosos o muy calcáreos, pobres en potasa, será conveniente añadir 150 kilogramos de cloruro potásico.

MIJO COMÚN

La absorción de los elementos nutritivos que hemos reconocido necesarios para producir cosechas de 25 quintales de mijo, se realiza con rapidez durante el periodo comprendido hasta la florecencia (fig. 62). Al comienzo de la vegetación (primer mes), la planta absorbe más ávidamente el nitrógeno; después la potasa, cal y ácido fosfórico. En este momento y hasta la florecencia, prevalece la absorción de la potasa; el nitrógeno es siempre absorbido ávidamente, y la cal y el ácido fosfórico van manteniéndose en iguales proporciones

durante todo el periodo. La regularidad con que se efectúa la absorción de este último elemento desde la brotación hasta la madurez, es causa de que en ninguna época de su vegetación tenga el mijo especial necesidad de este abono. Igual que en el cultivo del maíz, sólo deberán emplearse los superfosfatos en cortas dosis en los suelos medianos, y en los pobres se aumentará algo las dosis. El empleo del nitrógeno

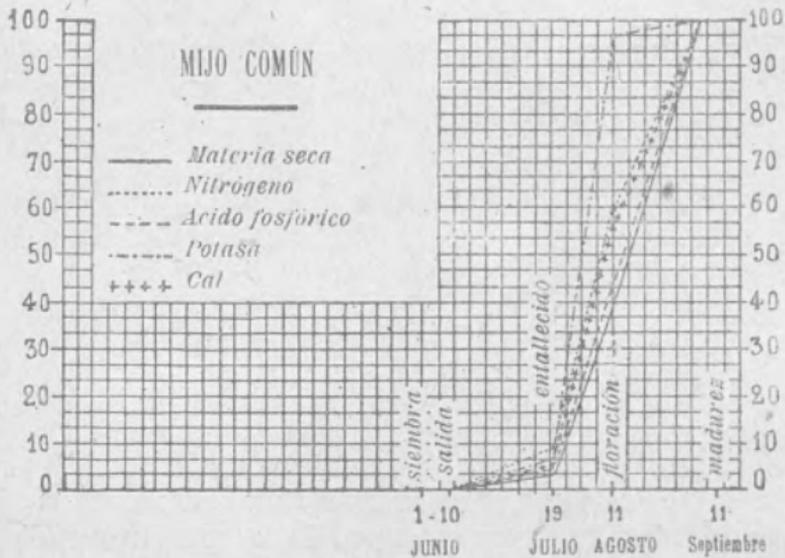


Fig. 62.—Proceso de la absorción de los elementos nutritivos.

nítrico está, por el contrario, claramente indicado, y lo mismo puede decirse de las encaladuras y enmargados en las tierras no calcáreas, y de sales potásicas en suelos muy calcáreos o arenosos poco provistos de esta base.

El examen del trabajo radicular demuestra que es muy laborioso hasta la floescencia, y que por lo mismo deben emplearse abonos muy asimilables.

Cuando se cultiva el mijo después de un cereal, si las tierras son de fertilidad media se pueden emplear de 150 a 200 kilogramos de nitrato sódico con 250 kilogramos de superfosfato. Tras cultivos de raíces, bastarán unos 150 kilogramos de nitrato, si estas plantas escardadas han recibido

abundantes abonos fosfatados. En fin, en un descuaje de trébol, bastarán de 300 o 4000 kilogramos de superfosfato. Naturalmente, estas dosis de ácido fosfórico se aumentarán en los suelos pobres, añadiendo de 100 a 150 kilogramos de cloruro potásico en los que exijan potasa.

ALFORFÓN O TRIGO NEGRO

Hay costumbre de clasificar el alforfón entre los cereales, y por lo mismo hemos de hablar de él, aunque resulte poco acertado comparar con las gramíneas una planta de la familia de las poligonas.

Una buena cosecha de alforfón de 30 hectolitros por hectárea absorbe, según hemos podido observar, las siguientes cantidades de elementos nutritivos:

Nitrógeno	68 kilogramos
Acido fosfórico	44 —
Cal.	117 —
Potasa	87 —

Su exigencia dominante es, como se ve, de cal en mayor proporción que los otros cereales. En cuanto al nitrógeno, ácido fosfórico y potasa equivalen a menos de la mitad de las que hemos comprobado anteriormente.

La marcha de la absorción de los principios nutritivos en el alforfón (fig. 63) demuestra que está más ávido de cal y potasa. En su primer período vegetativo, la absorción de todos los elementos nutritivos es más rápida que la formación de la materia seca, como por lo general ocurre en todas las plantas de que hemos tratado hasta ahora. La rapidez de la absorción en orden decreciente, es: potasa, nitrógeno, cal y ácido fosfórico. Por lo tanto, es probable que una ligera estercoladura de nitrato sódico en los suelos de ordinario abundantes en potasa, en los que se cultiva el alforfón, completada con fosfato cálcico, produzca excelentes resultados. Desde el principio de la florescencia hasta que se completa, continúa la planta sintiendo necesidad de potasa y de cal,

mientras que la curva del nitrógeno va siendo inferior a la de la materia vegetal, y la del ácido fosfórico casi sigue exactamente a esta última hasta la madurez. Por lo tanto, se echa de ver que el alforjón se satisface con abonos fosfata-dos y nitrogenados de descomposición relativamente lenta, con lo que se asegura el empuje de su vegetación. Las tierras enriquecidas con los restos de antiguas estercoladuras son las que convienen perfectamente al alforjón.

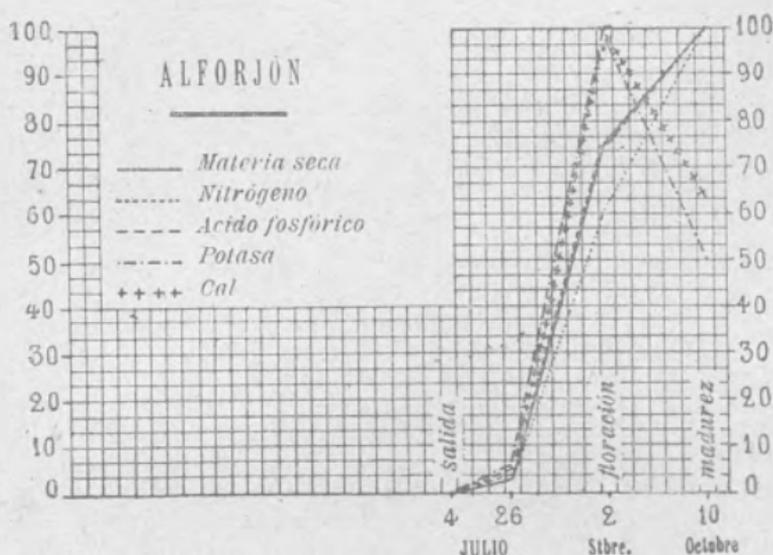


Fig. 63.—Proceso de la absorción de los elementos nutritivos.

El poco desarrollo radicular de esta planta, induce a sospechar que exige muchos elementos fertilizantes, y que sólo se obtendrán pingües rendimientos en terrenos relativamente abundantes en potasa, cal y ácido fosfórico. Cuando se desea cosechar grano, debe evitarse la exuberancia de la vegetación que, por el contrario, conviene estimular cuando el objeto es obtener producciones forrajeras. Si a pesar de sus necesidades absolutas se considera el alforjón poco agotante, es porque vegeta en una época en que la nitrificación es muy activa y porque a causa de la destrucción rápida de la materia orgánica, halla este vegetal los alimentos necesarios en proporciones suficientes.

El trabajo de absorción por día y por gramo de materia seca de las raíces es considerable durante los dos primeros períodos de la vegetación. Luego disminuye bastante hasta la madurez.

En Bretaña, donde se cultiva especialmente el alforfón, suele dársele una estercoladura de negro animal o de fosfatos



Fig. 64.—Alforfón en la madurez.

	Grano Gr.	Paja Gr.	Excedentes	
			Grano Gr.	Paja Gr.
0. Purín	17	28	8	12
1. Testigo.	9	16	0	0
2. Abono completo	34	42	25	26
3. Abono sin ácido fosfórico	17	28	8	12
4. Abono sin nitrógeno	5	13	0	0
5. Abono sin potasa.	11	20	2	4

naturales: 300 kilogramos de fosfato son generalmente suficientes. En los suelos gredosos o arenosos, se añade potasa en dosis de 100 a 150 kilogramos en forma de cloruro o de sulfato. Pueden también darse 100 kilogramos de nitrato sódico, cuando el suelo no está suficientemente provisto de nitrógeno asimilable (fig. 64).

IX.— ESTERCOLADURA DE LAS PLANTAS ESCARDADAS

PATATAS

Las patatas son las más importantes de las plantas productoras de tubérculos o raíces carnosas, por el triple papel que representan, ya en la alimentación del hombre, ya como plantas forrajeras (1) y como plantas industriales (fabricación del alcohol y de féculas) (2).

El rendimiento máximo medio que hemos comprobado en el cultivo de una extensión de 7 a 16 hectáreas, ascendió a 410 quintales. En otros campos de experimentación de superficie reducida, llegamos a obtener hasta 550 quintales de la variedad *Richter's Emperor*. Los rendimientos en cultivos bien cuidados se aproximan a 300 quintales. Es evidente que semejante producción sólo puede obtenerse en suelos perfectamente labrados y provistos de todos los elementos nutritivos que requiere la solanácea que nos ocupa.

Hemos tratado de inquirir, mediante un cultivo experimental, las necesidades absolutas de una buena cosecha de patatas, teniendo en cuenta los órganos foliáceos, los tubérculos y el sistema radicular, obteniendo los resultados siguientes en una cosecha de 400 quintales de tubérculos de la variedad *Magnum bonum*:

Nitrógeno	202 kilogramos
Acido fosfórico	75 —
Potasa	365 —
Cal.	171 —

A. Girard, al estudiar ocho variedades comparativamente con la *Richter's Emperor*, la cual ha popularizado en Francia, comprobó, prescindiendo de las raíces, una absorción de 193 kilogramos de nitrógeno, 38 kilogramos de ácido fosfórico y 332 kilogramos de potasa por cada cosecha de 300 a 350 quintales.

(1) Véase GAROLA, *Prados y plantas forrajeras*, 1908 (Enciclopedia agrícola).

(2) Véase HITIER, *Plantas industriales* (Enciclopedia agrícola).

Una satisfactoria cosecha de estos tubérculos extrae, pues, del suelo más cantidad de nitrógeno que un buen campo de trigo, la misma cantidad de ácido fosfórico e infinitamente mayores cantidades de potasa y cal. Un buen cultivo de esta planta exige, pues, abundantes estercoladuras.

El proceso de absorción de los elementos nutritivos (fig. 65) y el trabajo radicular, que hemos determinado, queda resumido en los cuadros siguientes:

a. *Marcha de la absorción en centésimas de máxima*

	Plantación (1)				
	0 días (2)	65 días	100 días	129 días	184 días
Materia seca.	16'28	18'36	65'49	93'85	100'00
Nitrógeno.	12'98	35'61	65'13	85'49	100'00
Acido fosfórico.	9'17	14'52	48'81	77'50	100'00
Potasa	11'65	17'80	69'61	95'19	100'00
Cal	4'67	24'37	81'85	100'00	98'82

b. *Marcha general del proceso radicular*

	Miligramos
De la brotación al 65. ^o día	17'91
Del 65. ^o al 100. ^o día	22'72
Del 100. ^o al 129. ^o día	11'49
Del 129. ^o al 184. ^o día	2'05

Desde la brotación (23 mayo) hasta mediados de junio la patata *Magnum bonum*, mientras formaba el 2'08 por 100 de materia seca, absorbió las proporciones siguientes de elementos nutritivos principales:

Nitrógeno.	22'63 por 100
Acido fosfórico	5'35 —
Potasa.	6'15 —
Cal	19'70 —

La absorción de los elementos nutritivos durante este primer período es, pues, mucho más activa que la formación de la materia vegetal, especialmente en lo que se refiere al nitrógeno y a la cal. Respecto a la potasa, también es más

(1) La brotación tuvo lugar el 33.^o día.

(2) Proporción de elementos nutritivos suministrados por las plantas.

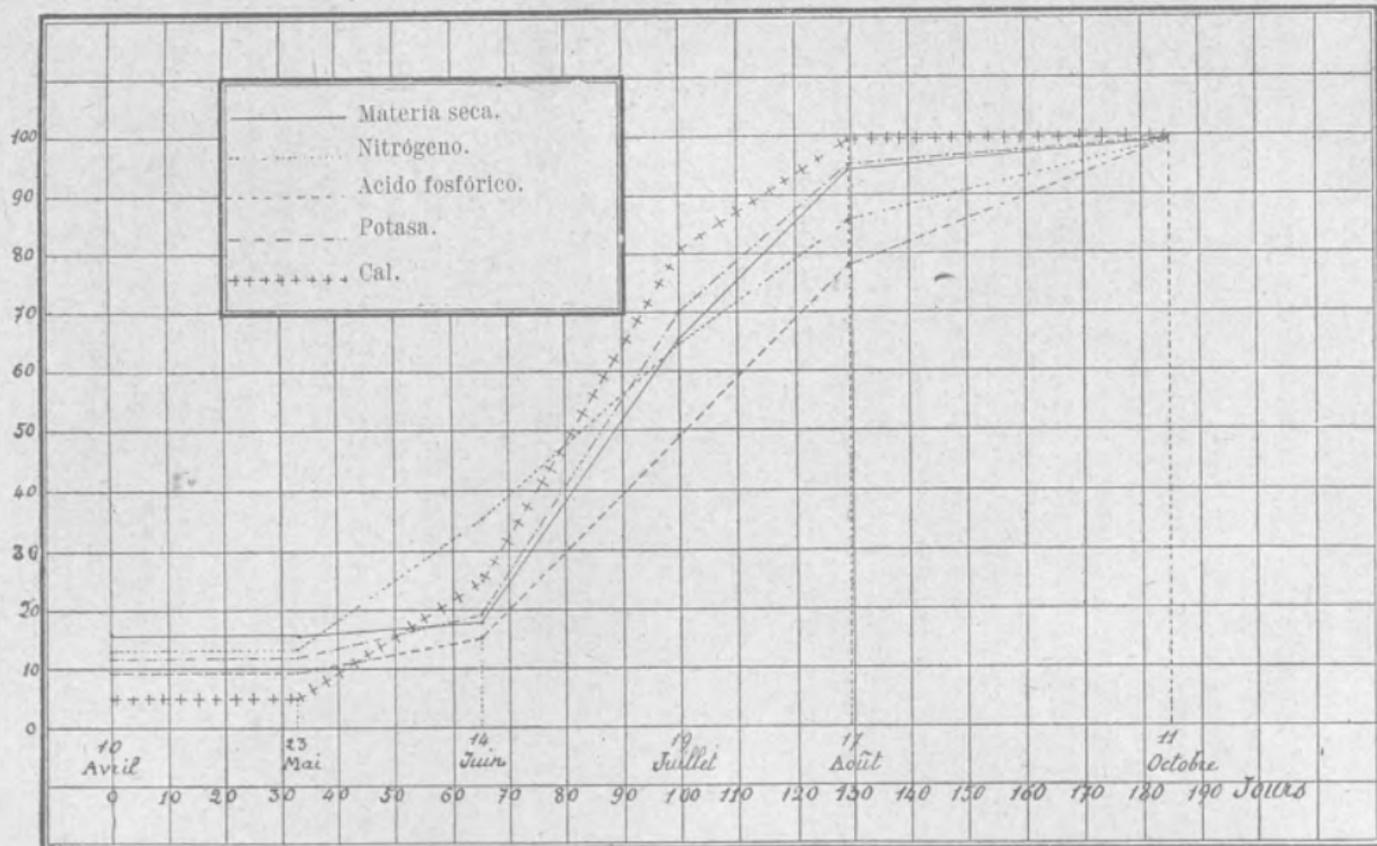


Fig. 65.—Patatas.

considerable, puesto que es el triple; y por lo que concierne al ácido fosfórico, pasa del doble.

Esta preponderancia de la absorción sobre la producción de la materia orgánica es indicio cierto de la gran necesidad de elementos nutritivos que sean muy fácilmente asimilables durante el primer mes de su vegetación.

El trabajo radicular total es muy considerable en esta época, si no llega a alcanzar alguna vez el máximo. Es un trabajo muy activo, sobre todo en cuanto al nitrógeno, cal y potasa, todo lo cual demuestra la gran necesidad de elementos nutritivos asimilables.

Durante el segundo mes, del 14 de junio al 19 julio, la proporción de la materia seca formada fué mucho más considerable, puesto que alcanzó el 47'13 por 100; y durante este tiempo la absorción relativa de los principales elementos fertilizantes ascendió a las cantidades que se expresan a continuación:

Nitrógeno.	30'52 por 100
Acido fosfórico	34'29 —
Potasa.	51'71 —
Cal	57'48 —

A la actividad en la formación de la materia orgánica, sólo excedía entonces la absorción de la cal y de la potasa. Sin embargo, la absorción del ácido fosfórico y del nitrógeno continúa siendo considerable, aunque relativamente algo inferior a la del primer mes. No es menos evidente, durante este periodo, que la planta continúa exigiendo grandes cantidades de potasa y especialmente de cal; pero estas exigencias disminuyen para el nitrógeno y el ácido fosfórico, no dejando por ello de ser considerables. Confirma esta apreciación nuestra, que durante este tiempo el trabajo radicular total es más importante que en el mes precedente; queda el mismo en cuanto a la cal, la mitad por el nitrógeno, pero es el doble en ácido fosfórico y el triple en potasa.

Durante el tercer mes de vegetación (19 julio 17 agosto), la proporción de la materia seca formada fué de un 28'36 por 100. Esta actividad va luego decreciendo. Veamos la actividad de absorción:

Nitrógeno.	20'36 por 100
Acido fosfórico	28'79 —
Potasa	25'58 —
Cal	18'15 —

Todas estas proporciones son inferiores a las de los meses precedentes. Aunque continúa siendo considerable la necesidad de abono rápidamente asimilable, disminuye sensiblemente un 10 por 100 en el nitrógeno, un 15 por 100 en el ácido fosfórico, un 25 por 100 en la potasa y un 39 por 100 en la cal.

Estas comprobaciones permiten inferir la importancia de que la estercoladura o el suelo pongan a disposición de la planta hasta mediados de agosto una buena provisión de ácido fosfórico asimilable.

En fin, durante el último período de nuestros experimentos, desde mediados de agosto hasta principios de octubre, la actividad vegetativa decrece de una manera muy manifiesta. En cincuenta y cinco días, sólo se forma un 6'15 por 100 de materia seca. Es más bien un período de organización que de formación. Durante este tiempo la absorción de cal viene a ser nula y muy débil respecto de los demás alimentos, aunque sigue siendo considerable por lo que atañe al ácido fosfórico, como puede verse en la tabla siguiente:

Nitrógeno.	14'51 por 100
Acido fosfórico	22'50 —
Potasa	4'81 —
Cal	0'00 —

Asimismo, el trabajo radicular total disminuye considerablemente, aunque sea más de dos veces mayor que el del trigo durante el período de madurez. Pasa a ser inferior a la quinta parte de lo que era en el tercer período; nulo en lo que se refiere a la cal y relativamente muy débil en cuanto a la potasa (la tercera parte de la del período anterior); para el nitrógeno (10'26) y para el ácido fosfórico (10'24).

De todo esto resulta que el empleo del estiércol de granja será forzosamente ventajoso en el cultivo que nos ocupa, asegurando hasta el término de la vegetación los alimentos

de la planta, según la lentitud de sus necesidades: los abonos químicos complementarios satisfarán las exigencias de la primera parte de la vegetación.

De los experimentos realizados por Stöckhardt, Anderson, E. Wolf, Kellermann, Kreuzler, etc., infiere Liebscher conclusiones análogas, y dice: «Ya sabemos que en el cultivo de la patata el estiércol de granja produce excelentes efectos; lo cual concuerda con que en agosto y septiembre, cuando el calor solar descompone el estiércol, la patata vuelve a sentir gran necesidad de los principales elementos nutritivos, y además siente esta necesidad por su prolongada vegetación que le permite utilizar los abonos de acción lenta. Pero la patata acepta también los abonos fácilmente solubles, *particularmente los nitrogenados*; en los suelos ligeros acepta los potásicos, y en toda clase de suelos los fosfatos, aunque a estos últimos prefiere el nitrógeno.

Comparemos ahora estas deducciones con los resultados de nuestras experiencias de cultivo en pleno campo, en el suelo de Cloches, bastante provisto de nitrógeno, pobre en ácido fosfórico, muy poco abundante en potasa asimilable, aunque mucho en potasa total. En nuestro trabajo titulado: *Diez años de experiencias agrícolas en Cloches*, resumimos en la siguiente forma los efectos de los abonos en el cultivo de la patata:

«La patata agradeció la estercoladura recibida. Esto confirma evidentemente nuestras experiencias de Archevilliers; una copiosa y apropiada estercoladura es condición indispensable de pingüe rendimiento.

»El estiércol, a razón de 30,000 kilogramos, sólo nos proporciona un excedente de 79 quintales, o sea el 88 por 100. La ligera estercoladura completada con superfosfato y el nitrato sódico acrecienta el rendimiento hasta el 105 por 100. Esto confirma lo que ya hemos reconocido en otras cosechas, a saber: que el empleo del estiércol en dosis medianas y de los abonos complementarios produce resultados más ventajosos que el empleo de las grandes estercoladuras con estiércol solo.

»El abono completo de superfosfato nos daba excedentes

del 117 por 100». En el abono completo, el nitrógeno nítrico aumentó el rendimiento al 23 por 100. En este suelo, pobre en potasa asimilable, el cloruro potásico elevó el rendimiento al 56 por 100, y el ácido fosfórico soluble en el citrato lo llevó hasta el 69 por 100.

En un experimento efectuado en Nogent-le-Phaye, de un cultivo de patata *Richter's Emperor* (fig. 66), obtuvimos

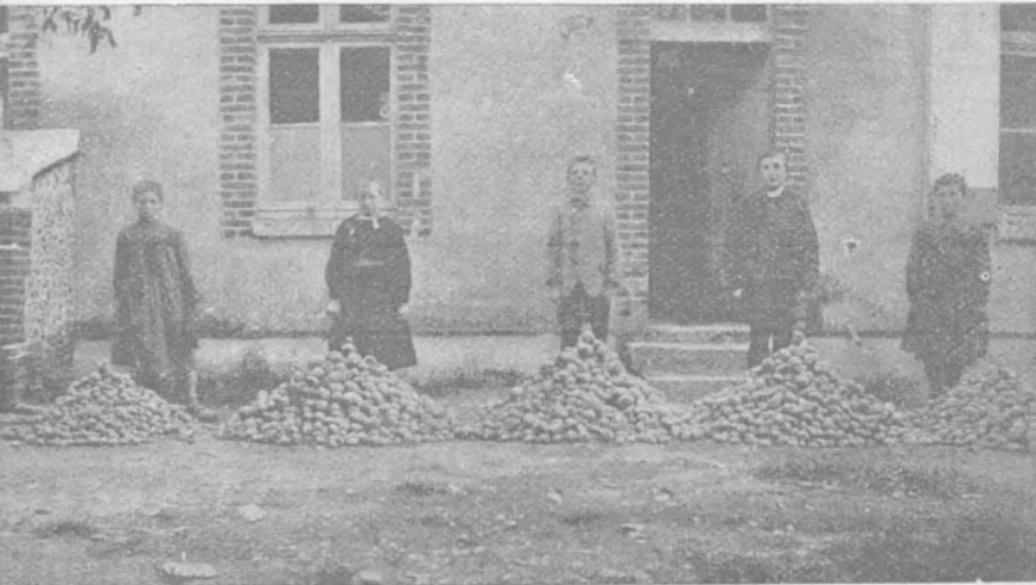


Fig. 66.—Patatas *Richter's Emperor*.

los resultados cuya importancia puede comprobarse en el cuadro siguiente:

Parcela n.º 1 : sin abono, 71 quintales, o sea	100
— n.º 2 : abono completo, 148 quintales, o sea	206
— n.º 3 : sin ácido fosfórico, 152 quintales, o sea	214
— n.º 4 : sin nitrato, 125 quintales, o sea	176
— n.º 5 : sin potasa, 109 quintales, o sea	153

Como puede observarse, el nitrógeno y luego la potasa, produjeron mejores efectos en dicho suelo.

Por lo tanto, nos parece indudable que en tierras de com-

posición media de buenas propiedades químicas, en una palabra, tierras francas, no pueden esperarse rendimientos muy abundantes de la solanácea que nos ocupa, sin una estercoladura constituida de la siguiente manera:

Estiércol de granja bien descompuesto.	20,000 kilogramos	
Superfosfato cálcico	500	—
Cloruro potásico.	150	—
Nitrato sódico	250	—

Las dosis de ácido fosfórico y de potasa habrán de aumentarse en los suelos pobres y disminuirse en los suelos fértiles; se enterrarán antes de la plantación. En cuanto al estiércol, se incorporará a la tierra, por poco que sea posible, antes del invierno. El nitrato sódico se empleará al ejecutar el rastroleo que se acostumbra practicar poco antes de la recolección.

REMOLACHAS

No estableceremos distinción alguna con respecto a la estercoladura de las remolachas forrajeras y de las remolachas de azúcar, porque ya demostraremos que las primeras deben cultivarse en las mismas condiciones que las últimas, si se han de cosechar por hectárea la mayor cantidad posible, no de peso bruto, sino de elementos nutritivos para el ganado.

De nuestras averiguaciones deducimos que una cosecha de 40,000 kilogramos de remolachas, teniendo en cuenta las hojas, las raíces carnosas y las raicillas, necesita encontrar en el suelo los siguientes elementos nutritivos:

Nitrógeno	165 kilogramos
Acido fosfórico	73 —
Potasa	404 —
Cal.	101 —

Estas cantidades no son exageradas, y aun cabe afirmar que en la práctica se aumentan en los cultivos intensivos de años favorables. Las exigencias de la remolacha son considerables, sobre todo en potasa; respecto al nitrógeno, requie-

ren mayores cantidades que las de una cosecha abundante de trigo; y lo mismo sucede con la cal. En cuanto al ácido fos-

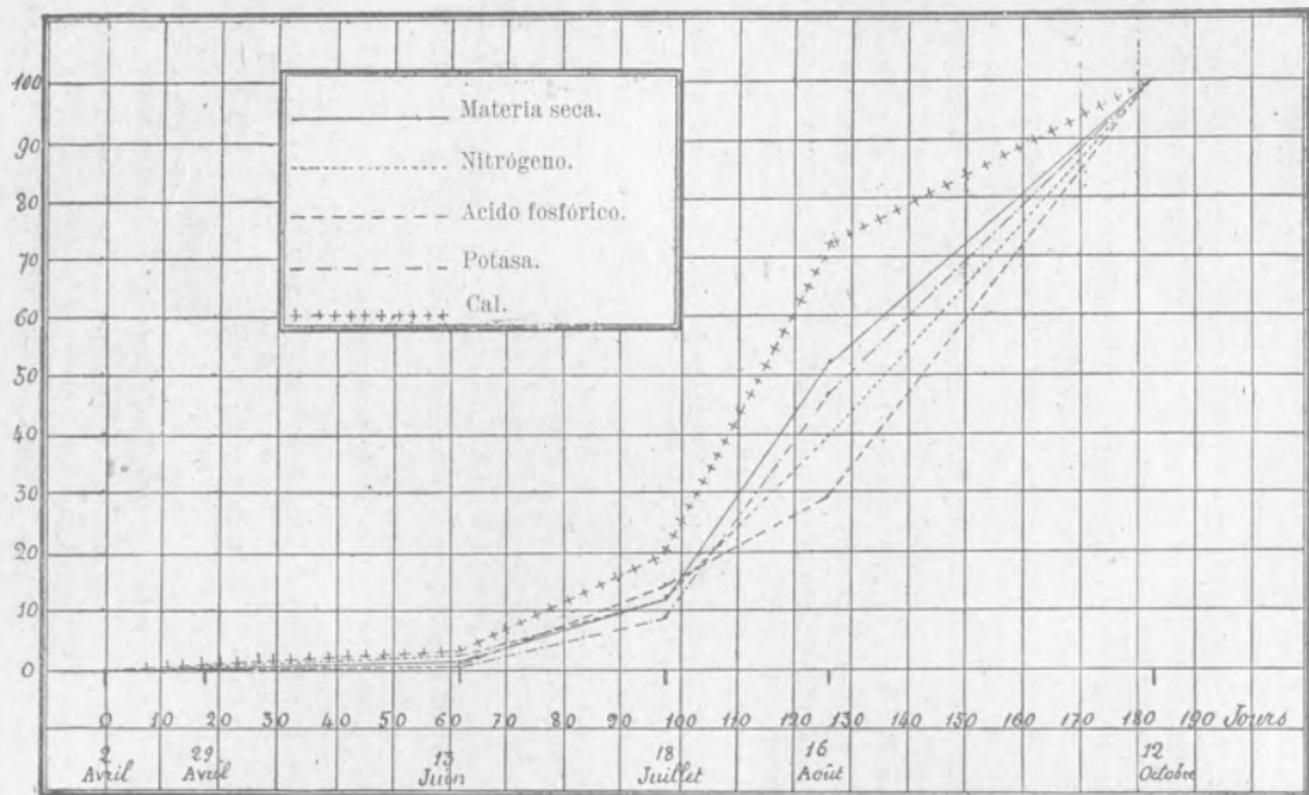


Fig. 67.—Remolacha.

fórico, requieren aproximadamente cantidades equivalentes a la del citado cereal.

Mas para regularizar la estercoladura de la planta que nos ocupa, no basta el conocimiento de estas exigencias totales de principios nutritivos. Precisa que se examinen los momentos en que la remolacha siente más necesidad de cada una de las materias fertilizantes (fig. 67), ya que hay que tomar las medidas necesarias para que en el momento oportuno el suelo esté en condiciones de satisfacer ampliamente las necesidades de las raicillas. Teniendo en consideración el desarrollo de las mismas y el trabajo que tienen que realizar por unidad de materia seca, puede simplificarse el problema de la estercoladura práctica de la remolacha. Los cuadros *a* y *b* indican los resultados que obtuvimos en nuestras indagaciones sobre el particular:

a. Proceso de absorción de los principios nutritivos en centésimas de máxima

	13 junio	18 julio	16 agosto	12 octubre
Materia seca	1'08	11'48	52'24	100'00
Nitrógeno	2'26	11'70	38'83	100'00
Acido fosfórico	0'72	13'07	29'14	100'00
Potasa.	0'89	8'80	47'10	100'00
Cal	2'56	19'88	72'43	100'00
Formación de la raíz	0'12	7'75	45'62	100'00

b. Trabajo radicular

	Miligramos
De la brotación al 13 de junio (50 días).	17'55
Del 13 de junio al 18 de julio (35 días)	51'98
Del 18 de julio al 16 de agosto (29 días)	19'95
Del 16 de agosto al 12 octubre (57 días)	14'89

Entre la *siembra y mediados de junio* transcurren dos meses, durante los cuales la formación de la materia seca sólo excede, escasamente, un 1 por 100 del máximo. Pero aunque la actividad de formación de la substancia orgánica es relativamente débil, se observa que el nitrógeno y la cal son absorbidos con cierta avidez, puesto que se encuentran en la planta 2'26 de nitrógeno y 2'56 de cal en centésimas

de la cantidad más considerable. Estas proporciones exceden a las correspondientes a la formación de la substancia seca. Si ésta se iguala a 100, la absorción relativa del nitrógeno llega a 209, y la de la cal a 237. La remolacha en su primer período concentra en sus tejidos el nitrógeno y la cal, lo que demuestra la importancia de estos elementos y su acción durante el primer desarrollo de la planta. La potasa y el ácido fosfórico, por el contrario, son absorbidos con menos actividad.

Si se observa el trabajo de absorción de las raicillas, se comprueba que llega al máximo en cuanto al nitrógeno y a la potasa, y sigue siendo considerable en la cal; pero muy débil en ácido fosfórico. El nitrógeno, la cal y la potasa son, pues, los principios nutritivos que exige la remolacha y que debe encontrar en el suelo en la forma más asimilable posible. El ácido fosfórico dista mucho de ser exigido en las mismas proporciones. Sin embargo, conviene advertir que, durante toda su vida, la remolacha tiene gran aptitud para absorber la potasa, y en este período sólo absorbe aproximadamente la cuarta parte del máximo que puede absorber, mientras que en el nitrógeno alcanza ya más de la mitad del máximo, y cerca de la mitad en la cal.

Durante los dos primeros meses de su vida, el nitrógeno asimilable y la cal soluble, tal como se encuentra en los superfosfatos, influyen favorablemente en la raíz.

Desde mitad de junio a mediados de julio, la actividad vegetativa se manifiesta más potente. La formación de la materia seca es diez veces mayor, y al propio tiempo las proporciones absorbidas de cal, ácido fosfórico, nitrógeno y potasa son mucho más elevadas. Entre junio y mediados de julio, la planta elaboró el 10.04 por 100 de su substancia seca, y absorbió las siguientes proporciones de elementos nutritivos:

Cal.	17.32	por 100
Acido fosfórico.	12.35	—
Nitrógeno.	9.44	—
Potasa	7.81	—

Es notable que mientras la absorción de la cal se aumenta

de un modo preciso, la del ácido fosfórico, que era poco importante al principio, se acrecienta señaladamente hasta ocupar el segundo lugar. El nitrógeno y la potasa quedan muy atrás.

De esta observación creemos inferir que el superfosfato cálcico conviene admirablemente a la remolacha, porque proporciona gran cantidad de cal fosfatada, sulfato cálcico y fosfato asimilable. Hemos demostrado en otra parte (1) los excelentes efectos del superfosfato; pero nuestros experimentos de entonces no nos permitieron distinguir entre los efectos de la sal de cal soluble y los del fosfato ácido.

El trabajo radicular durante este período llega al máximo respecto a todos los elementos nutritivos, y denota gran necesidad de abonos asimilables. Cada gramo de raicillas secas absorbe 52 miligramos de sustancias nutritivas, cantidad que no exige ningún otro cereal.

Entre julio y agosto, la actividad de la formación de la materia seca aumenta considerablemente. En este cuarto mes de vegetación, la planta forma el 40 por 100 de su sustancia, y la absorción de los elementos nutritivos asciende en proporción, como se infiere del examen de las siguientes cantidades, que representan la absorción relativa durante este corto período:

Cal.	52'55	por 100
Potasa	38'30	—
Nitrógeno	27'13	—
Acido fosfórico	16'07	—

Como se ve, la absorción de cal es siempre más considerable. Su curva permanece mucho más elevada que la de la formación de materia vegetal. La remolacha continúa necesitando mucha cal. Las curvas de la potasa, nitrógeno y ácido fosfórico quedan por debajo de la de la sustancia seca. La de la potasa la sigue casi paralelamente, de manera que, a pesar de la intensidad absoluta del consumo de esta base, no parece imprescindible en esta época, pues es evidente que la remolacha está bien organizada para extraer del suelo este

(1) GAROLA, *Diez años de experiencias agrícolas en Cloches*, 1896.

elemento. Las curvas del nitrógeno y ácido fosfórico permanecen durante el tercer mes más elevadas que la de la sustancia seca; pero después descienden, especialmente la del ácido fosfórico. La remolacha necesita siempre disponer de estos elementos; pero sin manifestar por ellos particular avidez, toma el tiempo necesario para consumirlos; por lo tanto, vemos que, además de nitrato y de fosfato ácido muy rápidamente asimilables, y sumamente adecuados a las exigencias de la remolacha, durante el tercer mes ha de contener el abono otros principios nutritivos de acción más lenta, como nitrógeno orgánico (estiércol) y fosfato neutro de cal soluble en el citrato.

Durante el cuarto mes disminuye mucho más de la mitad el trabajo radicular, y si permanece sensiblemente el mismo en cuanto a la cal y potasa (lo que no altera nuestra precedente conclusión), desciende a la cuarta parte en lo que respecta al ácido fosfórico, porque los órganos de absorción de la planta alcanzan el máximo, y su relativo desarrollo ha sido más rápido que el de la absorción, de modo que si bien las necesidades de la remolacha son mayores, también está mejor provista para satisfacerlas. Siempre necesita la remolacha un suelo fértil enriquecido, pero valga decir que no es exigente en cuanto a la forma de los elementos fertilizantes que se le ofrecen.

Durante *los dos últimos meses* de su vegetación, duplica en exceso su trabajo, y la planta almacena las provisiones necesarias para el segundo año. La materia seca se forma en proporción del 48 por 100, o sea el 24 por 100 mensual; mitad menos de la formada entre julio y agosto.

La absorción de las materias alimenticias puede indicarse de la siguiente manera:

Cál	27'6	por 100, o sea por mes	13'8
Potasa	53'0	—	26'5
Nitrógeno.	61'0	—	30'5
Acido fosfórico.	71'0	—	35'0

La actividad de la absorción disminuye en cuanto a la cal y la potasa; la del nitrógeno es algo mayor, pero aumen-

fa notoriamente la del ácido fosfórico. El trabajo radicular descendiendo al mínimo.

De lo expuesto, cabe inferir en la práctica que convendrá proporcionar a la remolacha abundantes cantidades de estiércol de granja muy descompuesto, para asegurarle mientras crezca abundante provisión de los necesarios elementos nutritivos, y satisfacer las exigencias del segundo período vegetativo. Sería provechoso completar la estercoladura con nitrato sódico para favorecer el primer empuje de la remolacha, así como el superfosfato satisfaría las exigencia de cal fácilmente asimilable, tan necesaria a la planta durante los cuatro primeros meses de su existencia, y también de ácido fosfórico, elemento indispensable durante el tercer mes.

Estas conclusiones concuerdan completamente con las de nuestros experimentos en pleno campo, las cuales demostraron la superioridad de la estercoladura mixta y la gran importancia del superfosfato en suelos pobres de caliza y ácido fosfórico.

La cantidad de abono en suelos medianos puede fijarse en la forma siguiente:

Estiércol	30,000 a 40,000	kilogramos
Nitrato sódico	200 a 300	—
Superfosfato	300 a 400	—

En los suelos pobres en ácido fosfórico, se incorporan hasta 600 o 700 kilogramos de superfosfato, sin recelo de emplear grandes cantidades de este fertilizante, ya que es el medio más seguro de obtener tras una cosecha de remolacha otra muy abundante de trigo.

En los suelos pobres en potasa asimilable, convendrá recurrir a las sales de potasa con preferencia al sulfato, que favorece la formación de azúcar de remolacha. La dosis es de 150 a 200 kilogramos por hectárea.

Convendrá enterrar en otoño, o a más tardar en primavera, tanto el estiércol como el superfosfato y las sales de potasa (1).

(1) Véase HITIER, *Plantas industriales* (Enciclopedia agrícola).

Empleo de abonos complementarios en el cultivo de la remolacha

La práctica más corriente es que los abonos complementarios destinados a la remolacha se esparzan a voleo por el campo, incorporándolos al suelo con el rastrillo o el escarificador. En muchos casos, convendrá distribuirlos en cobertera después de la siembra. En uno y en otro caso, se ha de aprovechar la ocasión de que las aguas pluviales favorezcan la penetración de las partes solubles de los abonos en las capas inferiores del suelo donde las raíces encuentran su principal alimentación; pero con cuidado de que las aguas no arrastren los abonos nitrogenados solubles a través del suelo más allá de la debida profundidad.

Ya demostramos que en cuanto al ácido fosfórico, por soluble que sea, y en cuanto a la potasa, que los arrastres por filtración no son perjudiciales, porque la potencia absorbente del suelo se opone al descenso de las sustancias alimenticias solubles, excepto cuando se trata de nitratos, aunque éstos, también al atravesar el suelo, benefician la vegetación.

La potencia absorbente del suelo impide que lleguen los elementos fertilizantes con las aguas filtradas a las capas profundas, por lo que a primera vista parece que por lo mismo resultan menos eficaces los abonos esparcidos por la superficie del suelo.

Petermman llevó a cabo varios experimentos relativos a este problema, durante tres años consecutivos, en los campos de la Estación agrónoma de Gembloux (Bélgica).

El suelo era arenarcilloso. En los tres años, fueron de la misma índole los resultados obtenidos, por lo que nos limitamos a exponer los de 1883 en el cultivo de la remolacha «Breslau», aclimatada por Vilmorin. El abono empleado por hectárea fué de 650 kilogramos de superfosfato y 500 kilogramos de nitrato sódico.

	Rendimiento por hectárea Quintales	Excedente por hect. Quintales	Excedente por hect. Quintales
Sin abono	493'10	»	»
Abono enterrado con rastrillo. .	585'47	92'37	18'71
Abono enterrado con azada a 12 centímetros de profundidad. .	657'26	164'16	33'29
Abono enterrado con azada a 22 centímetros de profundidad. .	695'95	202'83	41'14
Abono enterrado en las líneas de siembra.	613'92	120'82	21'50

Queda claramente demostrada la ventaja de enterrar los abonos complementarios a una profundidad comprendida entre 18 a 20 centímetros. Es fácil comprobar esta ventaja repartiendo los estiércoles antes de la última labor precedente a la siembra. La ventaja de enterrar los abonos al alcance de los órganos absorbentes de la remolacha son todavía más sorprendentes al considerar los resultados económicos del cultivo. Los abonos enterrados con rastrillo motivaron una pérdida de 36 francos por hectárea, mientras que enterrados a 12 centímetros se obtuvo un beneficio de 125 francos, que llegó a 195 francos al enterrar el abono a 22 centímetros de profundidad.

Por lo tanto, tiene Petermann derecho a exponer las siguientes conclusiones, que resumen sus experimentos y que consideramos un deber recomendar a nuestros agricultores:

«Los abonos artificiales compuestos de superfosfato cálcico y nitrato sódico, o de superfosfato, nitrato sódico y sulfato amónico, o de nitrógeno orgánico, aplicados a las remolachas en primavera en tierras arenarcillosas, deben enterrarse mediante labores profundas. El enterramiento con rastrillo u otras labores superficiales, son suficientes para producir el efecto máximo, porque la potencia absorbente de los suelos arenarcillosos es demasiado enérgica e impide a los elementos nutritivos, aun en los años lluviosos, alcanzar las capas inferiores del suelo arable en donde las raíces se alimentan.

»Las diferentes formas de emplear los abonos influyen en la elaboración del azúcar.

»El enterramiento de los abonos entre las líneas simultáneamente con la siembra, retrasa varios días la brotación, nacimiento o salida de la planta, a riesgo de comprometer la cosecha en primaveras poco lluviosas o en que dominen vientos secos. Las condiciones climatológicas favorables pueden resarcir a la remolacha de los retrasos que haya experimentado, aunque nunca se obtengan, según nuestras observaciones, los rendimientos que dan los abonos enterrados suficientemente, sin retardo de la brotación.»

Remolachas para semilla

Puede considerarse como regular una cosecha de 2,500 kilogramos por hectárea de frutos secados al aire. Tal cosecha absorbe en totalidad, según nuestras indagaciones, las siguientes cantidades de elementos nutritivos:

Nitrógeno	86 kilogramos
Acido fosfórico	37 —
Potasa.	166 —
Cal	75 —

Vemos que las exigencias de nitrógeno y ácido fosfórico son menores que las de una buena cosecha de trigo de invierno, y superiores en cuanto a la cal y potasa.

El proceso de la absorción de los elementos nutritivos (fig. 68) está indicado en el cuadro siguiente:

	30 marzo (1)	20 junio	21 julio	20 agosto
Materia seca . . .	20'27	30'81	81'75	100'00
Nitrógeno	21'02	51'14	95'05	100'00
Acido fosfórico . .	15'92	34'67	83'66	100'00
Potasa	9'09	38'01	80'89	100'00
Cal.	9'83	14'54	100'00	85'97

El trabajo radicular total, en los diferentes períodos de la vegetación, es como sigue:

	Miligramos
Antes de la florescencia	3'170
Durante la florescencia	8'209
Durante la madurez	1'175

(1) Suministro de las plantas.

Representando por 1 el trabajo radicular, durante la madurez, llega a 5'23 durante la florecencia, y a 2'02 antes de esta fase de la vegetación.

Durante el primer período vegetativo, o sea desde la brotación hasta que aparece la primera flor, es decir, en el transcurso de sesenta y tres días, la planta extrae del suelo, sin contar el suministro de las plantas, las proporciones siguientes de elementos nutritivos, expresados en centésimas de la cantidad máxima:

Nitrógeno	31'12
Acido fosfórico	19'75
Potasa	28'92
Cal	4'71

Durante este tiempo forma solamente el 10'54 por 100 de la materia seca.

Todos los elementos nutritivos, excepto la cal, han sido absorbidos en menos tiempo del que tardó la materia orgánica en formarse; empezando por el nitrógeno, luego la potasa y en último término el ácido fosfórico.

Las curvas de absorción de estas materias minerales en el primer período, se reyerquen luego mucho más rápidamente que la de la formación de materia orgánica, lo cual demuestra necesidad de abono fácilmente asimilable, que es algo mayor respecto del nitrógeno, potasa y ácido fosfórico. Por el contrario, la curva de cal no continúa paralela a la de la formación de substancia seca, sino que desciende algo, porque este elemento nutritivo ya no es absorbido entonces con tanta avidez como los otros.

Si se observa el cotidiano trabajo de absorción de las raíces, se echa de ver que es mayor respecto de la potasa y el nitrógeno, y menor en cuanto al ácido fosfórico, y especialmente de la cal. La intensidad de los fenómenos de absorción es aproximadamente dos veces menor que en el período de la florecencia, y no es menos evidente que entonces tiene la planta mayor necesidad de potasa, nitrógeno y ácido fosfórico asimilable en el orden indicado.

Durante la florecencia, que se prolonga unos treinta y

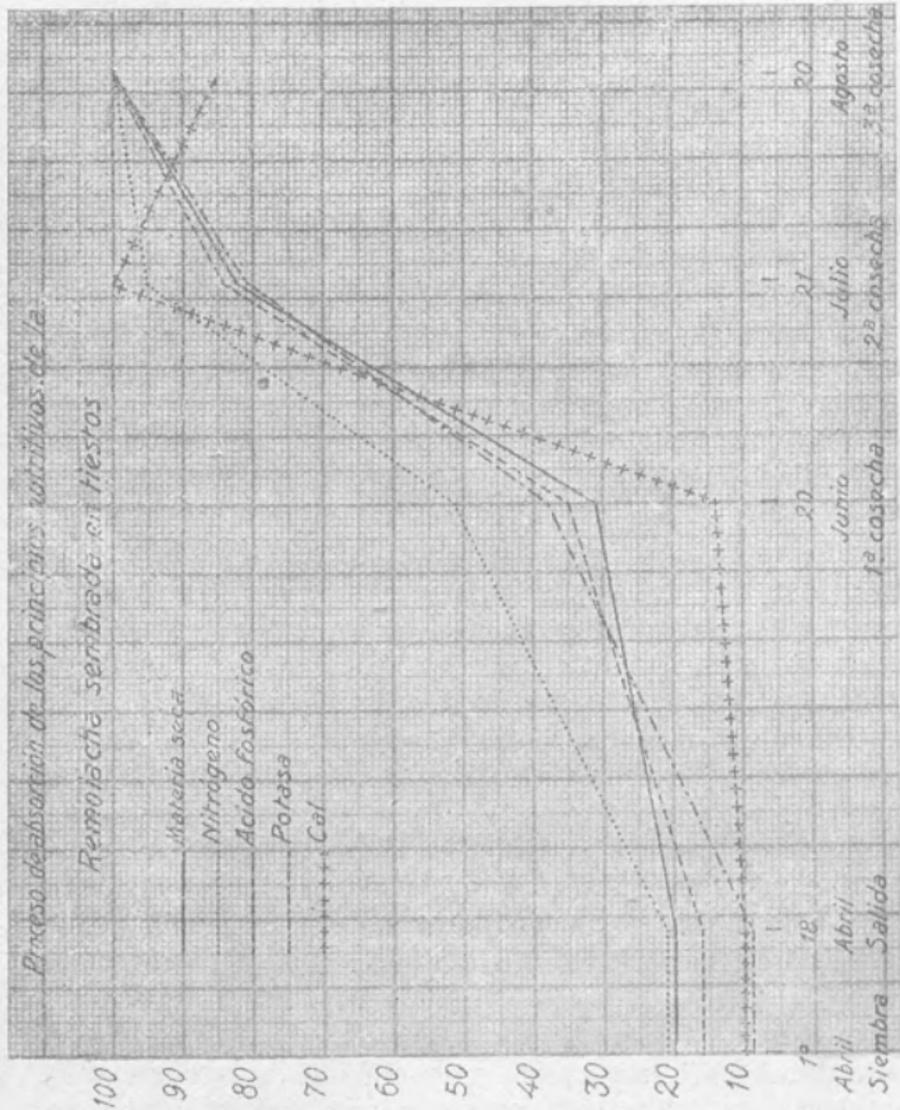


Fig. 68.—Proceso de absorción de los principios nutritivos.

dos días, la planta ha elaborado el 50'94 por 100 de materia seca total, y absorbido los principios nutritivos principales (fig. 68) en las siguientes proporciones:

Nitrógeno	43'91
Acido fosfórico	48'99
Potasa	42'88
Cal	85'46

En este período fué muy notable la actividad, como, en general, lo es para todas las otras plantas estudiadas. Respecto al nitrógeno, ácido fosfórico y potasa, hay casi paralelismo entre su absorción y la formación de la materia seca. Respecto de la cal, por el contrario, se comprueba la preponderancia enorme de la absorción.

En cuanto al trabajo radicular, alcanza el máximo por lo que respecta a todos los elementos nutritivos. El aumento fué del 66 por 100 en el nitrógeno; del 69 por 100 en la potasa; de 200 por 100 en el ácido fosfórico, y en la cal de 1'22 gramos por 100 en relación a la absorbida durante la primera fase de la vegetación.

En valor absoluto, llega al máximo en la potasa y la cal, promediado en el nitrógeno y mínimo en el ácido fosfórico.

De estos hechos cabe inferir que durante la florecencia, casi dos veces más corta que la fase precedente, la planta ha de disponer de cantidades relativamente abundantes de los cuatro elementos nutritivos considerados, porque la necesidad de abono es mucho más intensa que en los anteriores períodos.

Durante la madurez continúa la absorción de los elementos nutritivos, excepto la cal, y persiste el aumento de la materia seca. Pero durante el último mes de la vegetación, la planta concentra su actividad en la nutrición de los frutos, continuando, sin embargo, proveyéndose de ácido fosfórico y de potasa. La formación de la materia seca sólo es de 18'25 por 100, mientras que la absorción de nitrógeno disminuye del 18'25 al 5 por 100; la de la potasa al 9 por 100, y la del ácido fosfórico se mantiene en el alto nivel de 16 por 100. Aunque la proporción de raicillas haya disminuído notablemente, el trabajo radicular es el mínimo: nulo en cuanto a la cal, diez veces menor en el nitrógeno y tres veces más débil en el ácido fosfórico y la potasa.

En resumen: desde el comienzo de su vegetación, la remolacha para semilla exige principalmente nitrógeno, potasa y luego ácido fosfórico muy asimilable. Durante la florecencia, sus necesidades aumentan sensiblemente respecto a estas tres substancias y por la cal, cuya absorción aumenta

notablemente. Al comenzar la madurez disminuye mucho la necesidad de abonos; pero aunque es casi nula la de la cal y muy débil la de nitrógeno, continúa siendo bastante sensible la de potasa, y especialmente la de ácido fosfórico.

De que la absorción del ácido fosfórico y aun de la potasa, se prolonguen hasta el final de la madurez con intensidad variable, y más a la terminación de este período, parece inferirse la suma conveniencia de proporcionar parte del abono en forma de estiércol fertilizante y bien descompuesto, que habrá de enterrarse lo más pronto posible, antes de la siembra. Se completará esta estercoladura con adiciones de nitrato sódico, incorporadas al suelo en dos veces, para que estos dos aportes obren en los momentos oportunos, reservándose los $\frac{6}{10}$ del nitrato para la segunda aplicación. Las exigencias de la planta en ácido fosforico quedarán atendidas con una dosis moderada de superfosfato o de escorias, enterradas antes de la siembra. En cuanto a la potasa, quedaria satisfecha esta necesidad con el suministro de estiércoles, excepto en las tierras pobres, en donde una adición de cloruro potásico será más ventajosa, enterrándolo al tiempo de incorporar al suelo los abonos.

Comparemos ahora con estas deducciones experimentales los resultados que obtuvimos durante dos años en los campos de experiencias de Cloches, y veamos de comprobar su valor práctico:

«1.^o En nuestro caso, como en todos los otros, el empleo único de estiércol, aunque sea a grandes dosis, produjo resultados evidentemente inferiores a los obtenidos con estercoladura moderada, a la que se añadieron abonos comerciales nitrofosfatados. Las estercoladuras mixtas en esta última forma proporcionan mejores rendimientos.

»2.^o La supresión del nitrógeno en la estercoladura disminuye sensiblemente el excedente de la producción de grano. Creemos, pues, que el empleo del nitrato sódico debe recomendarse para asegurar el éxito de este cultivo.

»3.^o El abono mineral es de incierta eficacia, y para que sus efectos queden bien precisados en un suelo provisto de nitrógeno, como el de Cloches, es indispensable que las

condiciones climatológicas favorezcan en gran manera la nitrificación, y ésta es una de las circunstancias en que no pueden fundarse lisonjeras esperanzas.

»4.^o Por otra parte, de todos los elementos necesarios para la nutrición de la planta, el ácido fosfórico es el único indispensable, pues la supresión de superfosfatos anula casi por completo los excedentes de cosecha.

»5.^o La potasa, por el contrario, a nuestro modo de ver es poco menos que inútil, por haber comprobado que su supresión no influye en los rendimientos.»

Conviene recordar que el suelo de Cloches abunda en nitrógeno algo más que medianamente; pero es muy pobre en ácido fosfórico, y contiene bastante cantidad de potasa, aunque poco soluble en los ácidos débiles.

A nuestro modo de ver, estos experimentos confirman nuestras conclusiones relativas a la estercoladura que conviene dar en general a las remolachas para semilla. La ventaja de una estercoladura con adición de nitratos y superfosfatos queda claramente demostrada:

En cuanto a las dosis que deben emplearse en tierras de fertilidad media, según nuestro entender serán las siguientes:

Estiércol de granja . . .	30,000 a 40,000 kilogramos
Superfosfato	400 —
Nitrato	300 —

En las tierras pobres en ácido fosfórico, se aumentará la dosis de superfosfato hasta 600 kilogramos, y en las que contengan menos de 0'15 gramos de potasa asimilable, se incorporarán al suelo de 100 a 150 kilogramos de cloruro potásico.

ZANAHORIAS FORRAJERAS

En los suelos particularmente apropiados a su cuidadoso cultivo, las zanahorias pueden rendir fácilmente de 40 a 50 toneladas de raíces por hectárea. Hemos comprobado cosechas de 60 y hasta 80 toneladas en Cloches y en Plancheville. Según nuestras indagaciones acerca del desarrollo

de las raíces, veamos qué cantidades de elementos fertilizantes extrajo una cosecha de 40 toneladas, comprendiendo lo que absorben las hojas y las raicillas:

Nitrógeno	125 kilogramos
Acido fosfórico	71 —
Potasa	271 —
Cal.	154 —

En igualdad de cosecha, la zanahoria extrae del suelo y de los abonos la misma cantidad de ácido fosfórico que la patata, pero sensiblemente menos cantidad de nitrógeno, potasa y cal. Exige más cal que la remolacha, pero mucha menos potasa, menos nitrógeno y casi la misma cantidad de ácido fosfórico.

Hemos determinado la marcha de la absorción de los elementos nutritivos (fig. 69), comparativamente con la marcha de la formación de la materia seca en centésimas de máxima. He aquí los resultados:

	15 junio	18 agosto	13 octubre
Materia seca	0'70	26'07	100'00
Nitrógeno	1'24	26'17	100'00
Acido fosfórico	0'38	11'67	100'00
Potasa	0'62	27'39	100'00
Cal	1'02	39'52	100'00

El trabajo radicular diario en cada período fué:

	Miligramos
Desde la brotación al 15 de junio (41 días)	14'26
Del 15 de junio al 18 de agosto (64 días)	22'16
Del 18 de agosto al 13 de octubre (56 días)	26'67

Durante el primer período, un mes aproximadamente, la vegetación es lenta y la producción de materia seca es relativamente débil. Pero el nitrógeno y la cal son absorbidos con cierta avidez, y la potasa y el ácido fosfórico siguen una marcha menos rápida que la formación de substancia vegetal. Esto indica la conveniencia de proporcionar a la planta nitrógeno fácilmente asimilable y la necesidad de que el suelo esté bien provisto de caliza impalpable.

Considerando el trabajo radicular, se comprueba que en esta época ya es considerable, especialmente en la absorción de la potasa, cal y nitrógeno; si bien no tanto como el de la patata y remolacha.

Entre junio y agosto, la actividad de la vegetación y la intensidad de la absorción aumentan considerablemente. Durante los sesenta y cuatro días de este período, la planta formó el 25'37 por 100 de materia seca, y absorbió las proporciones siguientes de elementos nutritivos:

Nitrógeno	24'83 por 100
Acido fosfórico	11'29 —
Potasa	26'77 —
Cal	38'50 —

Mientras la absorción del nitrógeno permanece paralela a la formación de la materia orgánica, la de cal y potasa son inferiores, y la de ácido fosfórico continúa siendo la más lenta. Es evidente la necesidad de cal soluble y de potasa en esta época.

Por otra parte, el trabajo radicular aumenta bastante, pues de 14 llega a 22 en números redondos, de modo que poco le faltó para alcanzar el máximo. El nitrógeno queda poco menos que estacionado, pues es casi el doble en la potasa y la cal, y más del doble en el ácido fosfórico.

Pero durante el último período de la vegetación, o sea desde el 15 de agosto, la absorción de los elementos minerales adquiere mayor actividad, y la raíz empieza a crecer rápidamente. Durante este período, la planta forma el 74 por 100 de su materia seca, y absorbe las siguientes proporciones de principios alimenticios:

Nitrógeno	74'00 por 100
Acido fosfórico	88'33 —
Potasa	72'61 —
Cal	60'48 —

La absorción del nitrógeno y de la potasa marchan paralelamente a la formación orgánica; la de la cal es algo inferior, mientras que la del ácido fosfórico aumenta considerablemente.

En cuanto al trabajo radicular, alcanza el máximo durante

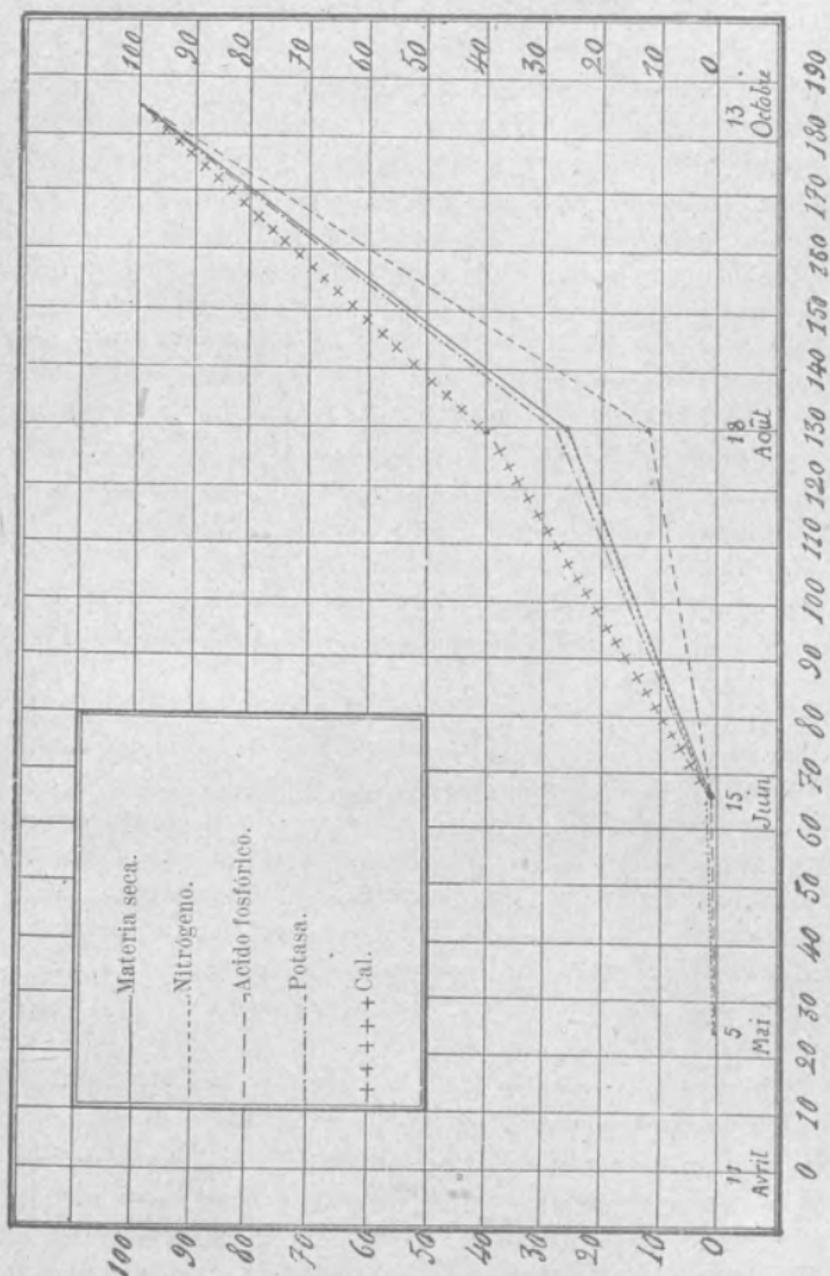


Fig. 69.—Procese de absorción de los elementos nutritivos.

este periodo. Si disminuye por lo que respecta a la cal, aumenta sensiblemente en cuanto a la potasa y al nitrógeno, y considerablemente en el ácido fosfórico.

Vemos que la zanahoria absorbe el nitrógeno con bastante regularidad durante todo el curso de su vegetación. Al principio exige algo de nitrógeno fácilmente asimilable, y de los demás elementos se satisface con los contenidos en los abonos de descomposición progresiva, como el estiércol de granja.

Durante los dos primeros tercios del período vegetativo, la zanahoria muéstrase ávida de cal. El empleo del superfosfato que proporciona el sulfato de cal soluble está muy indicado, aunque la absorción del ácido fosfórico sea lenta y esté localizada especialmente en el último tercio de la vida de la planta.

Respecto a la potasa, la zanahoria, aunque absorba mucha cantidad de ella, no manifiesta avidez especial hasta el segundo tercio de su vida. Como que le basta el nitrógeno de los abonos potásicos de acción continua, es muy conveniente el estiércol.

En resumen, opinamos que la zanahoria exige dosis considerables de estiércoles bien descompuestos, con adición de cortas cantidades de nitrato y superfosfato.

Los experimentos efectuados en el cultivo de esta planta, nos confirman estas deducciones. En el campo experimental de Cloches, los excedentes más considerables se obtuvieron con el estiércol a dosis de 15,000 kilogramos, más 200 kilogramos de superfosfato, 100 kilogramos de nitrato sódico y 100 kilogramos de cloruro potásico. El abono completo no dió tan ventajosos resultados. La supresión del nitrógeno y de la potasa no debilitaron tanto los rendimientos como la del ácido fosfórico. Efectivamente, este elemento era el más necesario en el suelo.

A una dosis de estiércol de 30,000 a 40,000 kilogramos, nos parece que le corresponden adiciones de 100 a 150 kilogramos de nitrato sódico. En nuestras investigaciones relativas al mejoramiento de raíces forrajeras, comprobamos que la adición de 200 kilogramos de nitrato a estercoladuras de 40 toneladas de estiércol y de 400 kilogramos de superfosfato, aumentaron los rendimientos; pero el precio a que resultaba la tonelada de excedente de raíces era demasiado alto para que la operación fuese ventajosa.

En las tierras pobres de ácido fosfórico puede ser ventajoso aumentar la dosis de superfosfato hasta 600 kilogramos, para favorecer las sementeras de trigo. Sólo en los suelos sumamente pobres de potasa se emplearán de 100 a 200 kilogramos de cloruro.

NABOS DE DIVERSA ESPECIE

Los nabos, rábanos, chirivías, nabos redondos, nabos de Suecia o rutabagas y nabos ingleses, exigen poco más o menos los mismos abonos. Citaremos textualmente las conclusiones de Lawes y Gilbert en sus experimentos en el cultivo de estas raíces:

«Mientras que los rendimientos de trigo obtenidos sin abono en las tierras de Rothamsted, no variaron sensiblemente de un año a otro durante un periodo de treinta y dos años consecutivos, los rendimientos de los nabos, en las mismas condiciones, descendieron a cero al cabo de algunos años.

»Los abonos minerales solos, aplicados al trigo, no aumentaron prácticamente el rendimiento, mientras que en los nabos lo elevaron considerablemente con abonos fosfatados.

»Los huesos pulverizados, no descompuestos, son mucho menos eficaces que los tratados por el ácido sulfúrico, que así quedan transformados en superfosfatos, y obran muy favorablemente en el desarrollo de la raíz, excitando la formación de numerosas raicillas, cuya calidad mejoran, y adelantan la madurez.

»Los abonos nitrogenados solos, aplicados al trigo durante buen número de años, permitieron alcanzar el rendimiento máximo; pero en los nabos, sus efectos fueron mucho menos notables, aunque este vegetal aprovecha bien el nitrógeno del suelo.

»El nabo, aunque abunda en potasa, no recibe mucho beneficio de este fertilizante. *En cambio, el ácido fosfórico es muy eficaz*, lo que puede atribuirse a la constitución propia del vegetal, y a la manera como penetran las raíces en el

suelo, así como a las exigencias de su desarrollo en un espacio limitado y en un período determinado de tiempo.

»A un exceso de nitrógeno en el suelo corresponde gran número de hojas; pero como lo que se busca en este cultivo son las raíces, su formación debe favorecerse la abundancia del sistema radicular y superficial con el empleo del ácido fosfórico.

»Cuando se cultivan nabos para semilla y extracción de aceites, las condiciones de estercoladura, suelo y ambiente, son parecidas a las que exige el trigo, y el desarrollo de la planta varía, por consiguiente, según estas condiciones.

»En resumen, para obtener buenas cosechas de nabos es preciso incorporar al suelo *abonos orgánicos nitrogenados y superfosfatos en grandes dosis*. Si el suelo abunda en estos primeros elementos, el empleo exclusivo de superfosfatos proporciona pingües rendimientos.

»Puede valuarse la composición de una cosecha de nabos por hectárea, de la siguiente manera:

Materia orgánica seca.	3,500 kilogramos
Potasa	140 —
Fosfato cálcico.	54 —
Sulfato cálcico.	44 —

»El estiércol con los superfosfatos, o tortas para reemplazar el estiércol, pueden constituir la base de la estercoladura, pues proporcionan todos los elementos necesarios a la planta.

»*Práctica del abono.* — Cuando los nabos ordinarios o los nabos de Suecia (rutabagas) siguen a una cosecha de cereal que ha recibido estiércol, bastarán de 315 a 375 kilogramos de superfosfatos (al 15 por 100), distribuidos al sembrar. Respecto a los nabos de Suecia o rutabagas, será conveniente añadir de 250 a 275 kilogramos de guano legítimo siempre que la siembra no se haga tardíamente y la tierra se halle en buenas condiciones.

»Cuando la cosecha precedente no haya sido abonada, deberán aplicarse de 17,000 a 20,000 kilogramos de estiércol por hectárea, y distribuir, además, con el sembrador 300 kilogramos de superfosfato. En caso de que el estiércol fuese

muy pobre, se le añadirán, incorporándolo a la tierra y en líneas, unos 250 kilogramos de guano. (Se reemplazará ventajosamente el guano con tortas a razón de 400 a 500 kilogramos.)

»Si no se distribuye el superfosfato al efectuar la siembra, se esparcirá a voleo, solo o mezclado con el guano (o las tortas), después de desparramado el estiércol. Estos dos abonos no actúan uno en otro cuando están mezclados, pero el guano solo puede perjudicar a la planta joven, y por este motivo deberán quedar interpuestos algunos centímetros de tierra entre la semilla y el abono.

»Los superfosfatos de hueso pueden mezclarse ventajosamente con los fosfatos minerales.

»Los polvos de hueso no obran tan rápidamente en muchos suelos.

»Los abonos minerales fosfatados favorecen la precocidad, mientras que los abonos nitrogenados retardan la madurez. Conviene tener esto en cuenta, porque los nabos madurados antes de los fríos no soportan tanto las heladas.

»Así, pues, habrán de sembrarse temprano los nabos que hayan de consumirse en otoño, abonándolos con superfosfatos; en cuanto a los nabos destinados al consumo en invierno, se mejorará el abono con guano y tortas, si el estiércol contiene poco nitrógeno.»

COTUFAS

En otro lugar (1) hemos demostrado que una buena cosecha de cotufas de 330 quintales de tubérculos, extrae del suelo, deducido el suministro de las plantas:

Nitrógeno	278 kilogramos
Acido fosfórico	98 —
Potasa	587 —
Cal.	271 —

Estas cantidades de elementos fertilizantes absorbidos son muy considerables, y mucho mayor que las indicadas por

(1) GAROLA, *Praderas y plantas forrajeras* (Enciclopedia agrícola).

Lechartier en sus estudios en plena tierra. En las condiciones en que este autor se coloca, no se llega a tales resultados, pues hay que tener en cuenta las pérdidas en hojas, tallos, raíces y tubérculos.

Estas extracciones son también mucho más considerables que las comprobadas en circunstancias análogas en la remolacha, patatas y especialmente en la zanahoria, cultivadas en el mismo terreno y con iguales abonos.

No debemos inferir en absoluto que la cotufa sea más exigente que las citadas plantas, si bien nos inclinamos a suponer que la cotufa está mejor dispuesta para extraer del suelo cuanto necesita. Así resalta en la tabla siguiente, en la cual aparecen las cantidades de elementos fertilizantes extraídas por estas cosechas en un tarro de limo con 28 kilogramos de tierra; la última columna indica el peso de las raicillas extraídas del tarro en el periodo del máximo desarrollo del vegetal:

	NITRÓGENO	ÁCIDO FOSFÓRICO	POTASA	CAL	RAICILLAS POR TARRO
	Gramos	Gramos	Gramos	Gramos	Gramos
Cotufa . . .	8·644	3·081	18·156	8·276	71
Remolachas . .	1·316	0·589	3·222	0·856	6·4
Patatas	2·171	0·801	3·921	1·945	6·7
Zanahorias . .	0·903	0·575	2·203	1·250	2·97

Se ve que las plantas han extraído del suelo tanta mayor cantidad de elementos fertilizantes cuanto más desarrollado era su sistema radicular, lo cual nos parece completamente normal.

Por otra parte, hemos estudiado la marcha de la formación de la materia seca y la de la absorción correlativa de los elementos nutritivos en centésimas de máxima.

Marcha de la absorción de los elementos nutritivos en centésimas de máxima

DURACIÓN DEL PERÍODO	PLANTA- CIÓN (11 febrero)	COSECHAS			
		13 junio 122 días	18 julio 35 días	16 sept. 60 días	14 nov. 59 días
Materia seca formada	2'92	9'4	28'7	85'6	100'0
Nitrógeno absorbido.	2'38	14'8	25'9	58'5	100'0
Acido fosfórico absorbido	2'85	8'4	19'3	50'5	100'0
Potasa absorbida	1'97	10'0	22'6	55'6	100'0
Cal absorbida.	0'65	14'0	31'5	85'4	100'0
Marcha de la formación de los tubérculos.	0	0	vestigios	39'4	100'0

El gráfico siguiente (fig. 70) señala palpablemente el proceso de absorción de los elementos nutritivos.

El trabajo de absorción diario en proporción con 1 gramo de materia seca de las raicillas, está consignado en la siguiente tabla respecto a cada uno de los principales elementos nutritivos:

	Desde la brotación al 13 junio	Del 13 junio al 18 julio	Del 18 julio al 16 septiembre	Del 16 septiembre al 14 noviembre
Duración del período	50 días	35 días	60 días	59 días
	Gramós	Gramos	Gramos	Gramos
Peso medio de las raicillas	5'5	26'6	4'1	62'5
	Miligr.	Miligr.	Miligr.	Miligr.
Nitrógeno.	5'2	1'03	0'98	0'97
Acido fosfórico.	0'8	0'36	0'33	0'41
Potasa	7'0	2'47	2'07	2'19
Cal	5'3	1'56	1'55	0'33
	18'3	5'42	4'93	3'90

Resulta, pues, que el trabajo de absorción llega al máximo desde la brotación hasta mediados de junio, y luego decrece rápidamente hasta mediados de julio. Desde este momento decrece siempre, si bien con lentitud. Esta disminución del trabajo radicular parece seguir marcha inversa a la de la formación de las raicillas.

Si se compara el trabajo radicular de la cotufa con el de la patata, se comprueba que es sensiblemente el mismo durante la primera parte de la vegetación hasta mediados de junio; pero mientras que para la cotufa disminuye en gran manera desde esta época, en la patata continúa aumentando hasta mediados de julio, y luego disminuye lentamente. Aunque esté más ávida de elementos nutritivos, la cotufa no es tan exigente de abonos como la patata.

De todas las plantas que hemos estudiado hasta aquí desde un mismo punto de vista y siguiendo el mismo método, la cotufa es la que extrae del suelo mayor cantidad de principios minerales nutritivos para rendir buena cosecha. Aparece esta planta dotada de considerable poder absorbente a causa sin duda de su abundante sistema radicular. Gracias a esta organización especial, y a pesar de su gran necesidad de elementos nutritivos, en nuestra opinión es una planta menos exigente de abonos que las otras plantas de escarda que estudiamos anteriormente.

Desde la brotación (24 abril) hasta mediados de junio, la cotufa absorbió las proporciones siguientes de elementos nutritivos expresados en centésimas de máxima, mientras formaba el 6·5 por 100 de materia seca:

Nitrógeno	12·4 por 100
Acido fosfórico	5·6 —
Potasa	8·0 —
Cal.	13·3 —

Durante todo este período, la absorción de los elementos nutritivos fué sensiblemente más activa que la formación de la substancia vegetal, excepto en el ácido fosfórico. Esto queda bien señalado en lo que se refiere a la cal y al nitrógeno, y resulta menos preciso en cuanto a la potasa, lo cual

COTUFAS

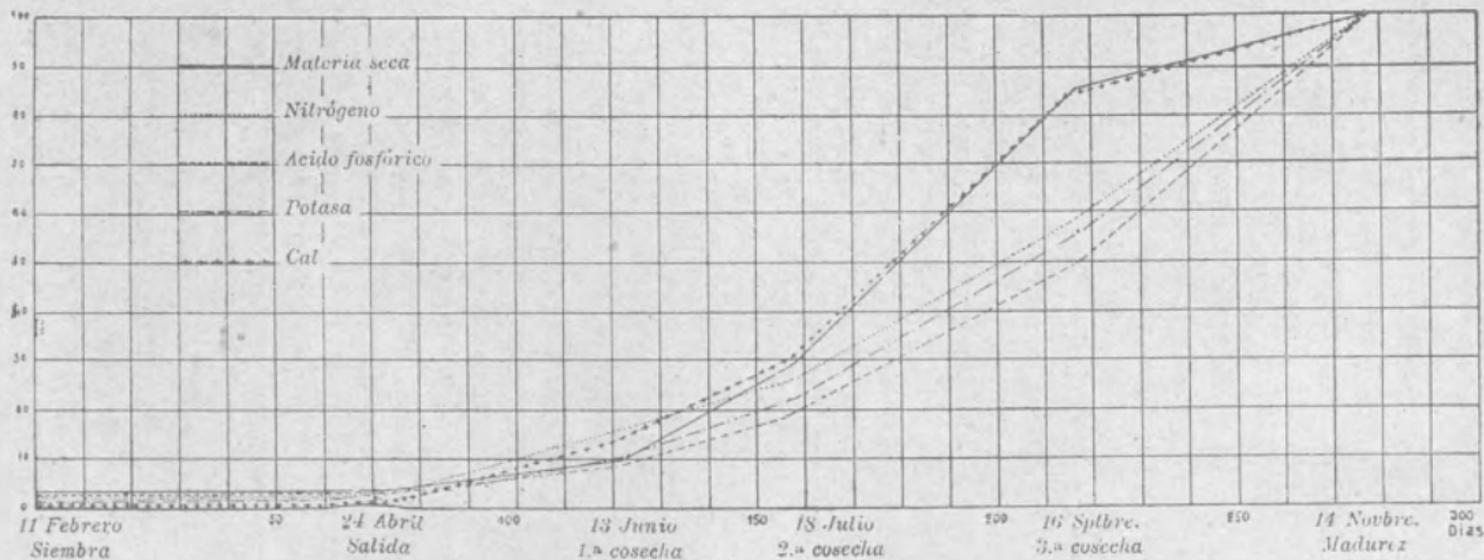


Fig. 70.—Proceso de absorción de los elementos nutritivos en centésimas de máxima.

indica que la planta necesita abonos nitrogenados, calcáreos y potásicos asimilables durante los dos primeros meses de su vegetación. Durante este mismo período, el trabajo radicular alcanza su máxima actividad, que es considerable, sobre todo por lo que se refiere a la potasa, cal y nitrógeno. Por lo tanto, la cotufa, al principio de su vegetación, exige gran cantidad de elementos nutritivos fácilmente asimilables. De ácido fosfórico no es tan exigente como de nitrógeno, cal y potasa; pero no por ello es menos útil el empleo de superfosfatos, por ser éstos los que dan origen al sulfato cálcico que, soluble en el agua, resulta muy apto para satisfacer la necesidad que siente la planta de sales calcáreas.

Durante el período comprendido entre junio y julio, la cantidad de materia seca formada alcanza proporciones mucho más considerables, pues llega al 29'3 por 100. Resulta el triple, con respecto a una duración vegetativa casi tres veces menor. Durante este tiempo la absorción de los elementos nutritivos es la siguiente:

Nitrógeno	11'1 por 100
Acido fosfórico	10'9 —
Potasa	12'6 —
Cal.	17'5 —

Respecto a cada uno de estos elementos, la absorción es inferior a la proporción de materia orgánica constituida. Como se ve, va atenuándose la necesidad que siente la planta de elementos nutritivos fácilmente asimilables. Parece que le basta encontrar en el suelo los elementos minerales que le son indispensables y que puede absorber.

El trabajo radicular se reduce mucho, pues es inferior a la tercera parte del que se efectuaba en el período precedente, y esto confirma completamente la conclusión que hemos sacado acerca de la marcha del trabajo de absorción.

Durante el tercer período de la vegetación, o sea entre julio y septiembre, la planta formó el 56'9 por 100 de su materia seca. Esta época es de gran actividad. Los principios nutritivos que entonces absorbe alcanzan las proporciones siguientes:

Nitrógeno	32'6
Acido fosfórico	31'2
Potasa	33'0
Cal	53'9

A pesar de las considerables cantidades absorbidas, son inferiores a las que necesita la formación de materia seca. Por muchas que sean las necesidades de la planta respecto a los elementos nutritivos considerados, las satisface fácilmente por sus propios medios mediante las reservas que halla en el suelo. Observando el trabajo radicular, vemos como efectivamente decrece con relación al periodo precedente, y es poco activo.

Durante los dos últimos meses de su vegetación, la cotufa solamente forma el 14'4 por 100 de su materia seca, y aunque este es periodo de organización, no cesa la absorción de los elementos nutritivos, sino por el contrario, prosigue considerable, como lo demuestran las cifras siguientes:

Nitrógeno	41'5 por 100
Acido fosfórico	49'5 —
Potasa	44'4 —
Cal.	14'6 —

Entonces alcanzan las raíces el desarrollo máximo, y, por consiguiente, el trabajo radicular disminuye algo, aunque continúa siendo activo. Esto induce a pensar que la planta que nos ocupa se desarrollaría mucho sometida a la influencia de abundantes estercoladuras con abonos de descomposición lenta y progresiva, como el estiércol de granja, mejorado con moderadas dosis de abonos comerciales nitrogenados y potásicos fácilmente asimilables, destinados a satisfacer las numerosas exigencias de la planta al principio de su vegetación.

Lechartier, ex director de la Estación agronómica de Rennes, ha venido practicando durante doce años consecutivos investigaciones relativas al cultivo de la cotufa.

El suelo del campo experimental de la Estación agronómica de Rennes, del cual nuestro apreciado colega ha tenido a bien enviarnos una muestra, contenía, según los análisis de Lechartier y nuestro:

	Según Lechartier	Según Garola
Nitrógeno total, por kilogramo	1'9	»
Acido fosfórico total	1'0	»
Acido fosfórico soluble en el ácido cítrico débil	»	0'032
Potasa soluble en el ácido nítrico hirviendo.	3'4	»
Potasa soluble en el ácido nítrico débil	»	0'069

Esta tierra no es calcárea y da reacción ácida. Aunque abunda en nitrógeno, tiene poca aptitud para la nitrificación. Estaría bien provista de potasa y de ácido fosfórico si estos elementos no se encontraran en escasa cantidad de forma asimilable. El cultivo produjo por término medio los resultados siguientes:

	Tubérculos por hectárea Quintales
Sin abono (término medio de 4 años)	146
Cloruro potásico solo (4 años)	278
Cloruro potásico y superfosfato (4 años)	292
Excedente debido a la potasa.	132
Excedente debido al superfosfato	14
Excedente por 100 de la cosecha sin abono (potasa)	90'4 por 100
Excedente por 100 de la cosecha sin abono (ácido fosfórico)	9'5 —

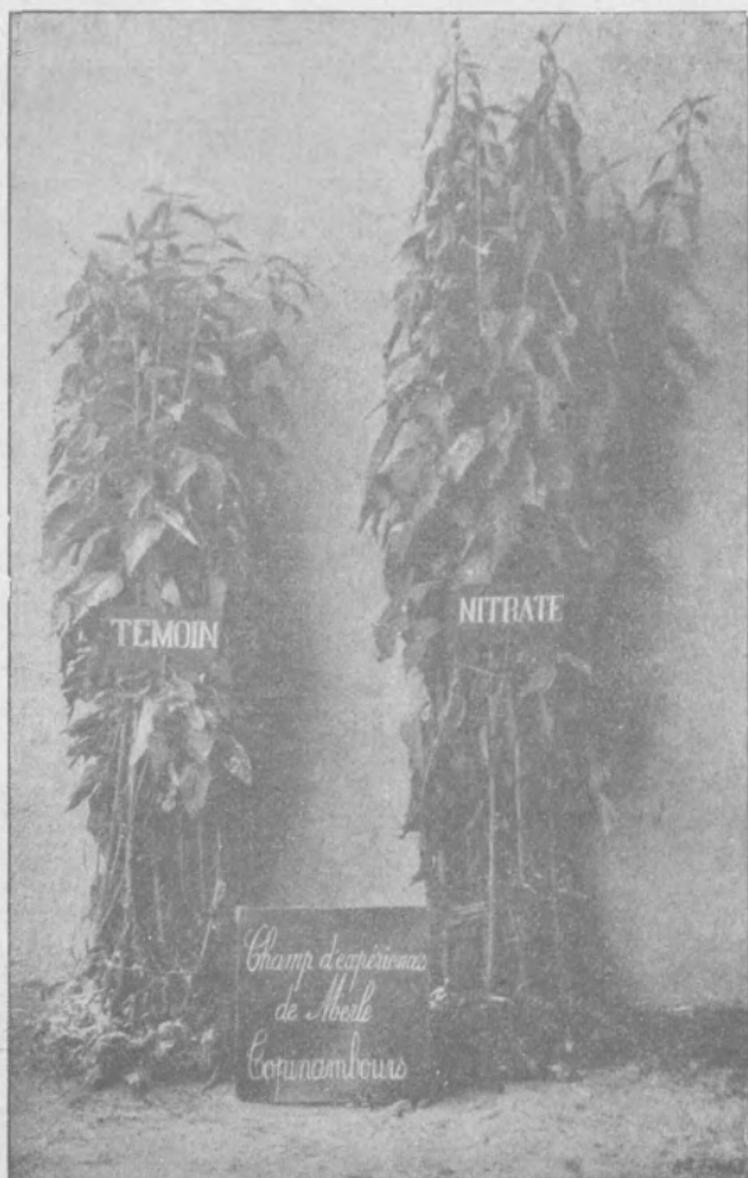
El efecto del abono potásico solo es notable, y también, aunque mucho más débil, el del ácido fosfórico.

De una serie de experimentos, durante tres años, apreciamos los siguientes efectos del nitrógeno:

	Tubérculos por hectárea Quintales
Sin abono	101
Superfosfato y cloruro potásico	226
— — — y nitrato	337

El excedente debido al abono completo fué de 236 quintales y el debido al abono sin nitrógeno de 125 quintales. El efecto de la estercoladura nitrogenada queda señalado con el aumento en tubérculos de 111 quintales, o sea el 100 por 100 del producto del suelo sin abono (fig. 71).

Los experimentos vienen demostrando que esta planta agradece las estercoladuras nitrogenadas y potásicas que se



Sin nitrato.

20 toneladas por hectárea.

Con nitrato.

31 toneladas por hectárea.

Fig. 71.—Acción del nitrato en las cotufas, en un suelo que había sido abonado con fosfatos,

le proporcionan, y que el suministro de abonos fosfatados resulta mucho menos productivo. Estas comprobaciones concuerdan con el resultado de nuestras investigaciones sobre el particular.

Boussingault, en sus granjas de Alsacia, cultivó la cotufa de una manera continua en un mismo suelo, y la experiencia le movió a emplear 45,000 kilogramos de estiércol bien descompuesto que cada dos años repetía.

En nuestro concepto, en un cultivo anual y en un suelo de mediana fertilidad, convendría proporcionar a la cotufa 25,000 kilogramos aproximadamente de buen estiércol mezclado con 200 kilogramos de cloruro potásico y 200 kilogramos de superfosfato. Este último abono proporciona a la vez ácido fosfórico y sulfato cálcico. Esta última base es absorbida con avidez al principio de la vegetación. Al citado abono deberían añadirse de 200 a 300 kilogramos de nitrato sódico repartido en dos veces; primero, cuando se efectúa la siembra, y luego, un mes más tarde.

Si el suelo tuviese menos de 0·3 gramos de potasa asimilable por kilogramo y menos de 0·2 gramos de ácido fosfórico, se aumentarían las dosis de estos fertilizantes. Habrá que hacer estas adiciones si no se dispone de suficiente estiércol. En este caso, también será preciso aumentar la dosis de nitrato.

COLES

Una buena cosecha de coles, correspondiente a 50,000 kilogramos de forraje verde por hectárea con unos 7,500 kilogramos de materia seca, extrae del suelo, basándose en la composición de toda la col, y cuando contiene el máximo de elementos nutritivos, las cantidades siguientes en números redondos:

Nitrógeno	190 kilogramos
Acido fosfórico	94 —
Potasa	442 —
Cal.	439 —

De esto resulta que la col forrajera es una planta exigente de materias fertilizantes. Necesita más nitrógeno que

la remolacha y que la zanahoria, y algo menos que la patata. Demanda asimismo mayores cantidades de ácido fosfórico y aun de potasa que las citadas plantas. También absorbe una cantidad de cal mucho más considerable que las patatas.

Pasemos ahora a estudiar la marcha de la formación de la materia seca y la absorción de elementos nutritivos. A este objeto tomaremos, por término de comparación, el máximo de materia vegetal de que está formada, o de la materia mineral absorbida, igualmente a 100, y lo compararemos con las cantidades comprobadas en distintas cosechas sucesivas de coles:

Marcha de la absorción en centésimas de máxima

	1. ^a COSECHA	2. ^a COSECHA	3. ^a COSECHA	4. ^a COSECHA
Tiempo transcurrido desde la siembra.	55 días	150 días	202 días	299 días
	Por 100	Por 100	Por 100	Por 100
Materia seca formada	0·16	69·0	100·0	71·4
Nitrógeno absorbido	0·14	75·5	94·4	100·0
Acido fosfórico absorbido	0·08	48·0	100·0	68·7
Potasa absorbida	0·07	51·8	100·0	65·8
Cal absorbida	0·10	52·5	100·0	86·6

El gráfico nos demuestra de manera palpable los fenómenos de absorción que vamos a examinar. En el eje de las *x* se indican los tiempos, y por cada una de nuestras cosechas hemos trazado en ordenadas las proporciones centesimales, relacionándolas con las máximas de los elementos nutritivos absorbidos y la materia seca formada. De esta manera, hemos podido colocar al lado de la curva de la formación de la materia seca las curvas de la absorción de los elementos nutritivos; pero como en la planta que nos ocupa la absorción relativa entre la siembra y el trasplante es muy pequeña, nos hemos visto obligados, para que sea visible la posición relativa de las curvas y no se confundan, a centuplicar la escala de las ordenadas para este período.

Trabajo radicular

Las raíces absorben los elementos nutritivos. Su jugo ácido, puesto en contacto con los granos de tierra, disuelve las sustancias minerales que no son naturalmente solubles en el agua, y las sustancias solubilizadas penetran de esta manera por diálisis en la planta. Cuanto más desarrollado está el sistema radicular, más partido puede sacar la planta de las reservas del suelo, porque más numerosos son los puntos de contacto con los granos terrosos.

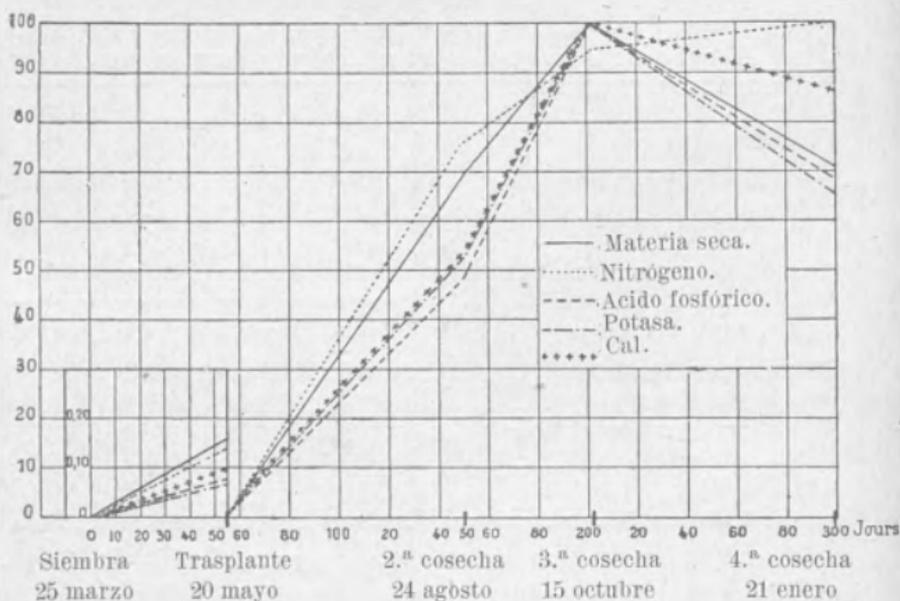


Fig. 72.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

Si las plantas cuyo sistema radicular está muy desarrollado son más aptas para nutrirse a expensas de las reservas del suelo, también son, por el contrario, menos sensibles a la acción de los abonos. Por otra parte, el tiempo de que dispone el vegetal para realizar su aprovisionamiento influye evidentemente en el aprovechamiento de los recursos del suelo. Así se comprende que una planta que ha de extraer 100 kilogramos de un elemento nutritivo de su *substrátum* en trescientos días, necesitará menos abono que otra planta

que haga esta absorción en ciento cincuenta días con igual desarrollo radicular.

Intentemos, pues, indagar en cada uno de los períodos que hemos considerado, el trabajo de absorción que ha debido ejecutar la unidad de raíces, y el gramo de materia seca radicular elaborado en veinticuatro horas.

Para determinar el trabajo radicular, dividiremos la totalidad de los principios nutritivos absorbidos durante el transcurso del período por el número de días; el cociente obtenido se divide a su vez por el peso medio de las raíces que han realizado la absorción. Respecto al primer período, el peso total de substancia absorbida corresponde a la cantidad que contiene la planta media en la primera cosecha, y el peso medio de las raíces es igual a la mitad del total de las raíces, porque han aumentado progresivamente desde cero hasta este peso. En cuanto a los períodos siguientes, el peso de un elemento absorbido es igual a la diferencia de los pesos del principio considerado en la planta media al principio y al fin del período examinado. El peso medio de las raíces es el término medio aritmético entre el peso del sistema radicular al principio y al fin de la vegetación que venimos considerando. En la tabla siguiente consignamos el trabajo radicular diario que realiza la col de la variedad *Cavalier* en relación con 1 gramo de raíces secas:

	1. ^{er} PERÍODO 55 días	2. ^o PERÍODO 95 días	3. ^{er} PERÍODO 52 días	4. ^o PERÍODO 97 días
Peso medio de las raíces.	Gr. Miligr. 8'9	Gr. Miligr. 6'459	Gr. Miligr. 37'900	Gr. Miligr. 49'375
	Miligramos	Miligramos	Miligramos	Miligramos
Nitrógeno	9'42	3'31	0'46	0'04
Acido fosfórico	2'68	1'21	0'41	»
Potasa	10'93	6'12	1'78	»
Cal.	15'02	6'15	1'73	»
Total.	38'05	16'80	4'38	0'04

Discusión de los resultados.—Durante el período del crecimiento de la planta, desde la siembra hasta el trasplante, la col *Cavalier* sólo absorbe corta proporción de elementos nutritivos. Esta proporción varía de 7 a 14 diez milésimas respecto a una formación de materia seca de 16 diez milésimas. La organización de la materia seca marcha algo más aprisa que el trabajo de asimilación de las materias minerales; pero no de ello debe inferirse que la planta exiga entonces un suelo bien provisto de elementos nutritivos muy asimilables, porque el trabajo radicular es muy elevado. Es indispensable que el semillero de los plantíos esté en terreno muy fértil, es decir, muy bien provisto de nitrógeno asimilable, de superfosfato que proporcione cal, ácido fosfórico y potasa.

En el período siguiente, que dura unos tres meses, la planta trasplantada adquiere gran desarrollo, y su sistema radicular aumenta considerablemente. La col forma entonces el 69 por 100 de materia seca, y absorbe:

75'45	por 100	de nitrógeno.
47'92	—	de ácido fosfórico.
51'73	—	de potasa.
52'40	—	de cal.

La absorción del nitrógeno es la más intensa, y la curva de este elemento está encima de la formación de la materia seca. Siguen luego, por orden de intensidad, la cal, la potasa y el ácido fosfórico, que seguirán siendo absorbidos con rapidez, sin que por ello puedan compararse con el nitrógeno.

El trabajo radicular, en esta época, aunque bastante reducido en comparación con el realizado durante la vida en el semillero, es aun considerable, casi de unos 17 miligramos.

Debemos, pues, inferir que los suelos destinados a coles deben estar muy bien provistos de los principales elementos fertilizantes: nitrógeno, cal, potasa y ácido fosfórico asimilables.

En el tercer período, cuya duración aproximada suele prolongarse algo más de siete semanas, la planta ha formado el 31 por 100 de materia seca y alcanza el desarrollo má-

ximo. Entonces ya ha terminado de absorber los elementos minerales, excepto el nitrógeno, de manera que en este corto período de tiempo ha debido extraer del suelo:

18'9	por 100	de su nitrógeno.
52'9	—	de su ácido fosfórico.
48'2	—	de su potasa.
47'5	—	de su cal.

Lo elevado de estas cifras indica que en esta época conviene que el suelo esté bien provisto de ácido fosfórico, así como de potasa y cal asimilables; pero como el trabajo radical ha disminuído mucho, ya no han de ser estos elementos tan solubles, porque el poder absorbente de la col ha adquirido toda su fuerza.

En los cuatro últimos meses, ó sea en el período invernal, la col empieza a debilitarse en contenido de materia seca y de las minerales; pero continúa extrayendo del suelo algunas cantidades de nitrógeno. Sea como sea, solamente a la terminación del tercer período puede considerarse completa su formación, que es, aproximadamente, después de doscientos días de vegetación; de todo lo cual resulta claramente, a nuestro modo de ver, que es indispensable para obtener buen desarrollo de la col *cavalier* recurrir a estercoladuras muy intensas, a base de estiércol de cuadra muy descompuesto a la dosis de 50 a 60 toneladas por hectárea. Si la cantidad de estiércol disponible fuese insuficiente, convendrá suplirla con adiciones de nitrato sódico, 200 o 300 kilogramos por hectárea (fig. 71). Este abono se añadirá a los suelos de mediana composición, favoreciendo así el primer impulso vegetativo; también serán indispensables de 150 a 200 kilogramos de cloruro potásico, 500 kilogramos de yeso y 300 kilogramos de superfosfato.

Si el suelo fuese pobre en potasa, ácido fosfórico o cal, se forzarán las dosis de estos principios para compensar el déficit.

PASTINACA

Según nuestras investigaciones, una cosecha de 20,000 kilogramos de pastinaca extrae del suelo para constituirse:

Nitrógeno	118 kilogramos
Acido fosfórico	73 —
Potasa	247 —
Cal.	149 —

Si se comparan estas exigencias con las de la remolacha blanca azucarada de cuello rosado, se comprueba que para obtener equivalentes rendimientos, son mayores las de la pastinaca, especialmente en cuanto a nitrógeno (118 en lugar de 82). ácido fosfórico (73 en lugar de 35) y cal (149 en lugar de 54). Por lo tanto, la pastinaca parece más exigente que la remolacha.

Examinemos ahora la marcha que sigue la formación de la materia vegetal, comparativamente con la marcha de la absorción de los principios nutritivos. Como de costumbre, apreciaremos la formación de la materia seca y la absorción de los elementos fertilizantes en centésimas de máxima. El cuadro siguiente manifiesta los resultados de nuestros cálculos:

Marcha de la absorción en centésimas de máxima

	1. ^a	2. ^a	3. ^a
	COSECHA	COSECHA	COSECHA
Tiempo transcurrido desde la siembra	104 días	153 días	203 días
— — — desde la brotación.	90 —	139 —	189 —
	Por 100	Por 100	Por 100
Materia seca formada	4'1	35'2	100
Nitrógeno absorbido	9'3	41'8	100
Acido fosfórico absorbido	5'0	21'0	100
Potasa absorbida	7'9	37'5	100
Cal absorbida.	5'9	42'7	100

El gráfico siguiente representa palpablemente las determinantes del cuadro (fig. 73).

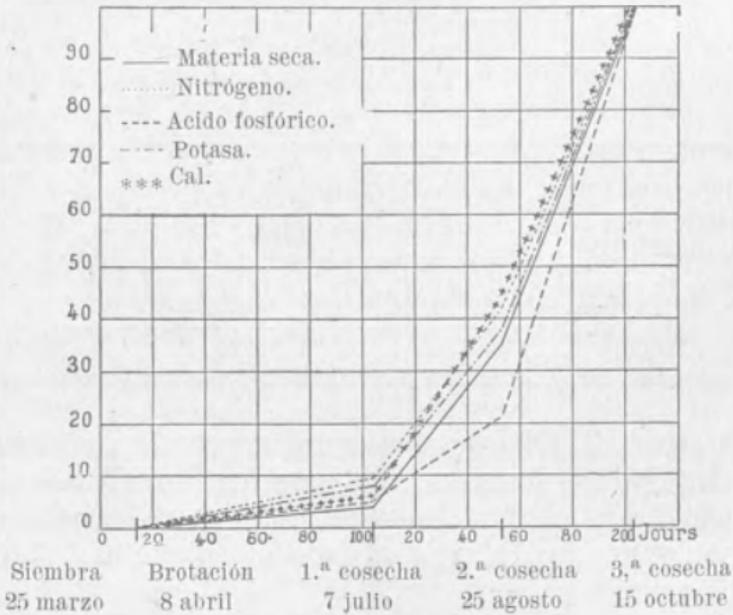


Fig. 73.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

El desarrollo de las raicillas, órganos de la absorción de los elementos nutritivos, queda resumido así:

	RAICILLAS SECAS	
	Por planta	Por 100 de hojas y raíces
	Gramos	Por 100
7 julio	0'051	8'05
25 agosto	0'591	11'17
14 octubre	0'880	5'57

El trabajo de absorción diaria en relación con 1 gramo de materia seca de las raicillas aparece indicado en el cuadro siguiente, por cada uno de los elementos considerados:

	DESDE LA BROTAÇÃO al 7 julio 80 días	DEL 7 JULIO al 25 agosto 49 días	DEL 25 AGOSTO al 14 octubre 50 días
	Miligramos	Miligramos	Miligramos
Nitrógeno	9'4	5'5	4'2
Acido fosfórico	2'3	1'7	3'6
Potasa.	16'9	10'5	9'5
Cal	7'9	7'9	5'7
Totales.	36'5	25'6	23'0

En los tres primeros meses de vegetación, el trabajo radicular de la planta es relativamente considerable, continuando hasta el final, aunque sufre cierta disminución. Precisa, pues, que el suelo abunde en elementos nutritivos de fácil asimilación.

Durante los tres primeros meses, el desarrollo de la pastinaca es lento. La materia seca formada sólo es de un 4 por 100 aproximadamente, mientras que la absorción de los elementos nutritivos marcha más aprisa. La curva del nitrógeno domina a todas las otras, y luego siguen las de la potasa y cal. La del ácido fosfórico se aleja algo de la curva de la materia orgánica. Podemos, pues, deducir que durante esta primera fase la pastinaca exige un suelo provisto de elementos nutritivos muy asimilables y especialmente de nitrógeno, potasa, cal, y no tanto de ácido fosfórico.

Como las raicillas están entonces poco desarrolladas, el trabajo radicular es muy activo, sobre todo en cuanto a la absorción de los tres primeros elementos citados. En total, esta actividad pasa de un 40 por 100 con relación a la del segundo periodo. Estos experimentos confirman nuestras precedentes deducciones.

Desde esta época, la vegetación marcha más rápidamente. En el segundo período, del 7 de julio al 23 agosto, o sean cuarenta y nueve días, la planta forma algo más del 31 por 100 de materia seca, y absorbe:

32'5	por 100	de su nitrógeno.
16'0	—	de su ácido fosfórico.
29'6	—	de su potasa.
36'8	—	de su cal.

Aunque la duración del período sea tan sólo la mitad del precedente, el trabajo radicular total ha disminuido notablemente por haberse desarrollado las raicillas, y desciende de 36 miligramos a 26 en números redondos. Desde principios de julio a fin de agosto, la pastinaca exige un suelo abundante en elementos solubles, especialmente nitrógeno y cal, y luego potasa. La curva del ácido fosfórico está entonces por debajo de la materia seca.

Desde el 25 de agosto hasta la recolección, la pastinaca forma el 65 por 100 de materia seca en cincuenta días. La planta absorbe al propio tiempo:

58'2	por 100	de su nitrógeno.
79'0	—	de su ácido fosfórico.
62'5	—	de su potasa.
57'3	—	de su cal.

El acrecentamiento de las raicillas aun disminuye algo el trabajo radicular, aunque continúa siendo elevado. De todo lo expuesto, resulta que la necesidad de abono asimilable aumenta en vez de disminuir hasta la recolección. Al final del período vegetativo la absorción del ácido fosfórico es más intensa, sin alcanzar una cifra elevada.

Lo que acabamos de estudiar permite decir, a nuestro entender, que la pastinaca necesita un suelo abundante en nitrógeno, potasa y cal fácilmente asimilables. Necesita también al principio y al fin de la vegetación, ácido fosfórico en corta cantidad, pero muy soluble. El superfosfato cálcico está muy indicado para proporcionar a esta planta ácido fosfórico, al propio tiempo que le proporciona cal de la que está muy ávida. Como este abono favorece la solución de la potasa del suelo, convienen a la pastinaca las tierras bien provistas de potasa total. La duración de la absorción y su intensidad final nos mueven a creer que el estiércol bien descompuesto debe formar la base de las estercoladuras,

completándolas con cortas dosis de superfosfato, y con cloruro potásico en los suelos que carezcan de potasa.

En resumen, nos parece conveniente un abono de 25 a 30 toneladas de estiércol de granja completado con 200 kilogramos de nitrato sódico y 300 kilogramos de superfosfatos en las tierras de mediana fertilidad, aumentando las dosis de superfosfato en los suelos pobres en ácido fosfórico asimilable, y añadiendo 150 kilogramos de cloruro potásico en los suelos pobres en potasa asimilable.

TABACO

El tabaco sólo se cultiva en Francia en una extensión de unas 10,000 hectáreas aproximadamente. Este cultivo ofrece mucho interés por el sinnúmero de personas que consumen tabaco en formas distintas (1).

Su rendimiento en hojas secas por término medio, en el Mediodía, es de 800 kilogramos por cada 10,000 pies de 9 hojas; mientras que en el Norte, 40,000 plantas de 8 hojas, llegan a rendir de 1,800 a 2,000 kilogramos por hectárea.

Las hojas del tabaco son los únicos elementos utilizables para la venta. Los tallos y los brotes de los desmoches permanecen en el suelo. Pero como forman parte de la cosecha, debemos tenerlos en cuenta. La cosecha en una hectárea, a razón de 31,111 plantas, extrae del suelo:

429 kilogramos de nitrógeno;
442 kilogramos de potasa;
112 kilogramos de ácido fosfórico (Boussingault).

El producto de hojas ascendió a 3,436 kilogramos, y absorbió:

158 kilogramos de nitrógeno;
26 kilogramos de ácido fosfórico;
96 kilogramos de potasa.

Aunque los resultados de este experimento son demasiado lisonjeros para considerarlos corrientes en la práctica, no

(1) Véase E. BOUANT, *Et tabaco*.

dejan de ser muy instructivos, pues nos permiten calcular las extracciones de materias fertilizantes de esta clase de cosechas, y relacionarlas con el peso de hojas obtenidas. En efecto, el tabaco absorbió por cada 100 kilogramos de hojas secas cosechadas:

Nitrógeno.	12'6 kilogramos
Potasa	13'0 —
Acido fosfórico.	3'2 —

Si nos referimos a una cosecha media de 1,800 kilogramos, vemos que la planta consume por hectárea:

227 kilogramos de nitrógeno;
234 kilogramos de potasa;
58 kilogramos de ácido fosfórico.

Esto demuestra que el tabaco es sumamente exigente, pues necesita dos veces más cantidad de nitrógeno, mucho más potasa y casi tanto ácido fosfórico como un campo de trigo que rinda 40 hectolitros por hectárea.

Afortunadamente, la totalidad de estos elementos fertilizantes no salen de la finca, sino que gran parte permanecen en el suelo en forma de despojos, tallos y raíces, correspondiendo por cada 100 kilogramos de hojas cosechadas:

Nitrógeno.	8'0 kilogramos
Potasa	10'0 —
Acido fosfórico.	2'5 —

De modo que la cosecha tomada como tipo, sólo sufre las siguientes pérdidas:

83 kilogramos de nitrógeno;
54 kilogramos de potasa;
13 kilogramos de ácido fosfórico.

Por lo tanto, el agotamiento del suelo por el tabaco es inferior a sus exigencias, y aun éstas aumentan por el corto tiempo que la planta permanece en el suelo, de modo que es imposible obtener buenas cosechas de tabaco si no se cultiva

en tierras de por sí abundantes en elementos nutritivos de rápida asimilación sin necesidad de copiosos abonos.

Acabamos de ver cuáles son las exigencias del tabaco, considerando solamente el peso producido por las hojas; pero también conviene averiguar la influencia de los abonos en la calidad del tabaco.

Parte de la considerable cantidad de nitrógeno que necesita el tabaco puede tomarlo en cierta proporción de la atmósfera en forma de amoníaco, merced al gran desarrollo que adquiere. Schlösing demostró hace tiempo este hecho en un célebre experimento, y, además, comprobó en cultivo experimental que las estercoladuras muy nitrogenadas no aumentan notablemente la cosecha. El exceso de nitrógeno influye débilmente en el vigor del tabaco, aumentando algo la proporción de nicotina; pero como el cultivo (número de hojas y de plantas por hectárea) influye muy eficazmente en el vigor del tabaco, la débil acción del nitrógeno en la dosis de nicotina no tiene mucha importancia.

Por lo tanto, creemos que en el cultivo del tabaco, como en casi todos, el abono nitrogenado sólo debe proporcionar de un tercio a la mitad aproximadamente del nitrógeno necesario en los suelos que contengan a lo menos 1 gramo de este principio fertilizante por kilogramo susceptible de nitrificar. Es preferible aplicar este abono en forma de nitrato o de sulfato amónico, a la dosis de unos 500 kilogramos de la primera de estas sales y 400 kilogramos de la segunda, ambos por hectárea (fig. 74), con tal que el campo no haya recibido estiércol. Los otros abonos nitrogenados, a nuestro modo de ver, no serán tan ventajosos por su demasiado lenta descomposición.

La acción del ácido fosfórico en la calidad del tabaco y en la marcha de la vegetación no está aún bien dilucidada. Sin embargo, opinamos que el empleo de los superfosfatos es ventajoso en suelos que contengan menos de 1 gramo de dicho elemento por kilogramo. Convendrá emplear dosis de 400 kilogramos de superfosfatos de un 15 por 100 de ácido fosfórico soluble en el citrato. En los suelos abundantes

en fosfórico, bastará restituir la cantidad de este elemento extraído por las hojas.

El elemento más importante de los abonos del tabaco es la potasa, pues comunica a la hoja su esencial propiedad combustible, sin que el aroma ni el vigor representen gran



Con estercoladura (sin nitrato):
2,987 kil. de hojas por hectárea.

Con estercoladura y 200 kil. de nitrato.
3,425 kil. de hojas por hectárea.

Fig 74.—Acción del nitrato en el tabaco.

cosa. Si la planta no puede extraer del suelo cantidad suficiente de potasa, el tabaco es poco menos que *incombustible*, y vale poco o nada.

Tiene además la potasa notable efecto en la constitución del parénquima de las hojas, resultando de ello no sólo mayor combustibilidad, sino más finura, suavidad y flexibilidad. Los tabacos crecidos en tierras calcáreas pobres en

potasa, como las del Lot, resultan ser groseros e incapaces de proporcionar hojas a propósito para la elaboración, mientras que los tabacos obtenidos en tierras arcillosas abundantes en potasa, o que hayan recibido copiosas cantidades de este elemento, son flexibles, finos y de buen aspecto.

Prescindiendo del aroma, que depende de la variedad del clima, y dejando también aparte el vigor del tabaco, que depende de la variedad, espaciado de las plantas, número de hojas por planta y época de la recolección, la potasa influye notablemente en las cualidades más importantes del tabaco, por lo que debe considerarse su presencia en las tierras que a él se dedican como una primera necesidad, y por lo mismo deben emplearse como abono.

Según Schlösing, la forma más conveniente para dar potasa al tabaco es el sulfato potásico. El cloruro potásico no favorece tanto la combustibilidad de las hojas. La potasa empleada por hectárea debe variar según la abundancia del suelo en este elemento. Cuando las tierras contengan una dosis de potasa asimilable superior a 0'3 gramos y no sean calcáreas, parece suficiente restituir de antemano la cantidad de esta base extraída por las hojas, para lo cual bastarán 1,000 kilogramos de sulfato amónico. En cuanto a las tierras menos abundantes, las dosis pueden llegar hasta 200 y 300 kilogramos, según sea la pobreza del suelo.

Para resumir, diremos que en las tierras de fertilidad media, se emplearán en el abono del tabaco:

400 a 500 kilogramos de nitrato sódico;
400 kilogramos de superfosfato a 15°;
200 kilogramos de sulfato de potasa.

Los siguientes experimentos de Desmoulins, profesor de agricultura del distrito de Valence, confirman plenamente nuestras deducciones relativas a la utilidad de completar con abonos minerales las copiosas estercoladuras que se deben prodigar siempre al tabaco.

De una manera general, dice Desmoulins, los plantadores de tabaco de nuestra región sólo tienen en cuenta la cantidad de tabaco y casi nunca su calidad. Las hojas por lo

general son largas, pero carecen de finura y flexibilidad, y por lo regular no son carnosas al tacto, ni tienen la resistencia ni la coloración que caracteriza al tabaco de buena calidad.

Para remediar tales defectos, efectuó Desmoulinos varios experimentos completando los abundantes aportes de estiércol con superfosfato y sulfato potásico.

En los experimentos que a continuación describimos, la primera parcela de terreno sólo recibió estiércol; la segunda, además del estiércol, 500 kilogramos de superfosfato al 16 por 100, y la última, estiércol con 500 kilogramos de superfosfato al 16 por 100 y 250 kilogramos de sulfato potásico por hectárea.

EXPERIMENTO DE NOIR

1.º *Parcela de ensayo*: 10 áreas, 250 kilogramos de tabaco, o sean 2,520 kilogramos por hectárea, cuya clase y coste eran:

1,670 kilogr. de tabaco común, 3. ^a calidad, a 90 francos los 100 kilogramos	1,503 francos
620 kilogr. de tabaco no común, 1. ^a calidad, a 70 francos los 100 kilogramos	434 —
230 kilogr. de tabaco no común, 2. ^a calidad, a 50 francos los 100 kilogramos	115 —
Capital total obtenido por hectárea	2,052 francos

2.º *Parcela que además del estiércol recibió superfosfato*: 5 áreas que produjeron 162 kilogramos de tabaco, o sean 3,240 kilogramos por hectárea, como sigue:

2,800 kilogr. de tabaco común, 3. ^a calidad, a 90 francos los 100 kilogramos	2,520 francos
440 kilogr. de tabaco no común, 1. ^a calidad, a 70 francos los 100 kilogramos	308 —
Capital total obtenido por hectárea	2,828 francos

Hay que deducir el coste de los 500 kilogramos de superfosfato mineral 16/18, o sean 7'75 fr. \times 5 = 38'75 francos. Quedan: 2,828 fr. — 38'75 fr. = 2'789'25 francos.

Beneficio obtenido comparado con el de la parcela de comprobación: 737'25 francos por hectárea.

3.º *Parcela que además del estiércol recibió superfosfato y sulfato potásico:* 5 áreas que produjeron 179 kilogramos de tabaco, o sean 3,580 kilogramos por hectárea, de la siguiente manera:

340 kilogr. de tabaco común, 1. ^a calidad, a 145 francos los 100 kilogramos.	493 francos
2,940 kilogr. de tabaco común, 3. ^a calidad, a 90 francos los 100 kilogramos	2,646 —
300 kilogr. de tabaco no común, 1. ^a calidad, a 70 francos los 100 kilogramos	210 —
Capital total obtenido por hectárea	<u>3,349 francos</u>

Debe descontarse el coste de 500 kilogramos de superfosfato 16/18 mineral (38'75 francos) y el de 250 kilogramos de sulfato potásico (70 francos), o sean 38'75 fr. + 70 francos = 108'75 francos.

Quedaron: 3,349 fr. — 108'75 fr. = 3,240'25 francos.

Beneficio obtenido comparativamente con la parcela de comprobación: 1,188'25 francos.

ENSAYO DE EFFANTIN

1.º *Parcela de comprobación:* 7 áreas que produjeron 115 kilogramos de tabaco, o sean 1'645 kilogramos por hectárea, de la siguiente manera:

28'6 kilogr. de tabaco común, 1. ^a calidad, a 145 francos los 100 kilogramos.	41'47 francos
257'4 kilogr. de tabaco común, 2. ^a calidad, a 112 francos los 100 kilogramos.	288'28 —
1,087 kilogr. de tabaco común, 3. ^a calidad, a 90 francos los 100 kilogramos	978'30 —
272 kilogr. de tabaco no corriente, 1. ^a calidad, a 70 francos los 100 kilogramos	190'40 —
Capital total obtenido por hectárea	<u>1'498'45 francos</u>

2.^o *Parcela que recibió superfosfato además del estiércol de granja*: 5 áreas que produjeron 125 kilogramos de tabaco, o sean 2,500 kilogramos por hectárea, de la siguiente manera:

60 kilogr. de tabaco corriente, 1. ^a calidad, a 145 francos los 100 kilogramos.	87 francos
400 kilogr. de tabaco corriente, 2. ^a calidad, a 112 francos los 100 kilogramos.	448 —
1,600 kilogr. de tabaco común, 3. ^a calidad, a 90 francos los 100 kilogramos	1,440 —
440 kilogr. de tabaco no común, 1. ^a cali- dad, a 70 francos los 100 kilogramos	308 —
Capital total obtenido por hectárea	<u>2,283 francos</u>

Se ha de deducir el valor del superfosfato empleado: 38'75 francos (500 kilogramos de superfosfato mineral 16/18).

Quedan: 2,283 fr. — 38'75 fr. = 2,244'25 francos.

Beneficio obtenido comparándolo con la parcela de comprobación: 745'80 francos.

3.^o *Parcela que recibió además del estiércol de granja superfosfato y sulfato potásico*: 5 áreas que produjeron 160 kilogramos de tabaco, o sean 3,200 kilogramos por hectárea, de la siguiente manera:

300 kilogr. de tabaco común, 1. ^a calidad, a 145 francos los 100 kilogramos.	435 francos
320 kilogr. de tabaco común, 2. ^a calidad, a 112 francos los 100 kilogramos.	358'40 —
2,200 kilogr. de tabaco común, 3. ^a calidad, a 90 francos los 100 kilogramos	1,980 —
380 kilogr. de tabaco no común, 1. ^a calidad, a 70 francos los 100 kilogramos	266 —
Capital total obtenido por hectárea	<u>3,039'40 francos</u>

Dedúzcase el valor del superfosfato y del sulfato de potasa empleado: 38'75 fr. + 70 fr. = 108'75 francos.

Quedan: 3,039'40 fr. — 108'75 fr. = 3,930'65 francos.

Beneficio obtenido comparado con la parcela de comprobación: 1,432'20 francos.

De los resultados de estos experimentos cabe inferir que desde el punto de vista del rendimiento en peso, el superfosfato tiene una acción muy manifiesta: 720 a 855 kilogramos por hectárea; pero se observa también que el rendimiento es mayor cuando al superfosfato se añade sulfato potásico. Los excedentes ascienden entonces de 1,060 a 1,555 kilogramos por hectárea.

En cuanto a la *calidad*, son también muy concluyentes los dos experimentos: el ácido fosfórico mejora algo la calidad del tabaco, pero en proporción poco importante; por el contrario, el sulfato potásico lo mejora notablemente y da tabaco más fino, flexible, suave y valioso.

LÚPULO

Se cultiva el lúpulo en los departamentos franceses del Este y del Norte, para recoger los racimos que sirven para aromatizar la cerveza (1). Esta planta ocupa el terreno durante doce o quince años. Una estaca o rodrigón le permite elevarse a varios metros de altura. Ordinariamente, se requieren unas 3,000 estacas por hectárea, que bastan para sostener 6,000 pies de lúpulo, plantados de dos en dos. En cada planta se encuentra por cada 1,000 kilogramos de racimos secados al aire libre:

	Racimos Kilogr.	Hojas Kilogr.	Tallos Kilogr.	Total Kilogr.
Nitrógeno	8'820	4'350	2'450	15'620
Potasa	2'236	5'856	3'441	11'513
Acido fosfórico	0'867	0'948	0'896	2'711

Una cosecha de 1,500 kilogramos de racimos secados al aire libre extrae del suelo:

Nitrógeno	234 kilogramos
Potasa	173 —
Acido fosfórico.	41 —

Como que es costumbre general dejar en el suelo en calidad de abono los tallos y las hojas, la estercoladura previa

(1) Véase HITIER, *Plantas industriales* (Enciclopedia agrícola).

del lúpulo queda reducida a 132 kilogramos de nitrógeno, 35 kilogramos de potasa y 12 kilogramos de ácido fosfórico.

Esta planta exige especialmente estercoladuras nitrogenadas. El estiércol medianamente descompuesto le conviene perfectamente, empleado a la dosis de 30,000 kilogramos por hectárea. En los suelos pobres en ácido fosfórico o en potasa, será ventajoso utilizar el superfosfato (500 kilogramos) y el sulfato potásico (200 kilogramos). En dosis considerables, el nitrato tiene acción señaladamente nociva en cuanto a la calidad del lúpulo; pero si no excede de 150 a 200 kilogramos, y se aplica antes de la florescencia, se obtienen efectos muy satisfactorios. Sin embargo, es preferible el sulfato amónico, y puede emplearse hasta en cantidad de 300 kilogramos. Las tortas constituyen también un buen abono nitrogenado para esta planta.

Nuestro colega Guicherd, profesor departamental de agricultura de la Côte-d'Or, efectuó numerosos experimentos para determinar la estercoladura más conveniente al lúpulo. A continuación reseñamos los que nos han parecido más interesantes de los efectuados en la finca de Poincelin, presidente de Sindicato de plantadores de lúpulo de Germaux (Côte-d'Or), quien, desde el año 1903, tiene establecidos ensayos de abonos en terreno de composición similar y con las mismas clases de lúpulo.

Pesando primeramente el lúpulo verde y luego el lúpulo desecado obtenido cada año, daremos idea exacta del rendimiento de cada parcela. He aquí cómo se efectuaron los experimentos:

La *primera parcela* había recibido por hectárea un abono completo de 1,000 kilogramos de superfosfato mineral; 200 kilogramos de sulfato potásico, y 200 kilogramos de nitrato sódico. Gasto total: 170 francos.

La *segunda parcela*, destinada a comprobación, se cultivó sin abono. Gastos: 0.

La *tercera parcela* recibió 1,000 kilogramos de superfosfato y 200 kilogramos de sulfato potásico, sin nitrato. Gastos: 120 francos.

La *cuarta parcela* recibió 1,000 kilogramos de super-

fosfato y 200 kilogramos de nitrato sódico, sin potasa. Gastos: 120 francos.

La *quinta parcela* sólo recibió 200 kilogramos de sulfato potásico y 200 kilogramos de nitrato sódico, sin superfosfato. Gasto: 110 francos.

Los ensayos se hicieron en 1903, 1904 y 1905. La tabla siguiente indica los resultados obtenidos:

Número de las parcelas	ESTERCOLADURAS	Peso del lúpulo recogido por hectárea			
		1903	1904	1905	Término medio
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1	Abono completo	1,400	1,398	1,700	1,499
2	Sin abono.	1,300	895	1,264	1,153
3	Sin nitrógeno	1,375	1,002	1,866	1,418
4	Sin potasa	1,500	1,325	1,657	1,457
5	Sin ácido fosfórico	1,420	1,290	1,419	1,378

En 1903 y 1904, como puede observarse, preponderó el nitrógeno; pero no olvidemos que si la cosecha de 1903 fué mediana, la de 1904 fué exigua en todas las plantaciones de lúpulo. Al contrario, en 1905 fué copiosa. Por lo tanto, nos parece interesante exponer los resultados obtenidos por Poincelin en 1905:

Número de las parcelas	ESTERCOLADURAS	Cosecha por hectárea		100 kilgr. de racimos verdes han dado secos.	OBSERVACIONES
		En verde	En seco		
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	
1	Abono completo	6,143	1,700	27,675	Demasiadas hojas.
2	Sin abono	4,045	1,264	31,273	Follaje ordinario.
3	Sin nitrógeno	6,015	1,866	31,022	Pocas hojas. Todo racimos.
4	Sin potasa	6,074	1,657	27,280	Pequeño exceso de hojas.
5	Sin ácido fosfórico	5,510	1,419	25,755	Follaje excesivo.

Resulta con mayor evidencia, que las tres parcelas que recibieron nitrato tenían más abundante vegetación; pero si la cosecha en verde fué más abundante, perdió mucho más luego de seca, resultando el lúpulo menos denso.

Los productos de las parcelas sin nitrógeno maduraron más perfectamente con tallos menos vigorosos. Respecto al ácido fosfórico, nos pareció que fué más preponderante. Este elemento acelera la madurez del lúpulo y favorece la formación de los racimos. En la parcela n.º 3, sin nitrógeno, la madurez se adelantó cuatro o cinco días.

Los resultados de 1905 fueron menos favorables que los de 1904 al empleo del nitrato sódico. Tal vez serían preferibles los abonos nitrogenados menos activos, como, por ejemplo, los tortones diluidos en purín.

El experimento quedó completado mediante el análisis de los lúpulos practicado por Pailheret, profesor de química de la Escuela nacional de industrias agrícolas de Douai.

De varios experimentos realizados en el mismo campo durante tres años y del resultado de los análisis, podemos inferir las siguientes conclusiones, ateniéndonos a la opinión de Guicherd:

Desde el punto de vista físico:

- 1.º El *abono completo*, en un año normal, produce mejores resultados en este cultivo;
- 2.º La *acción del ácido fosfórico* es predominante en la formación de los racimos del lúpulo;
- 3.º Puede emplearse con notable provecho *nitrato sódico*.

Desde el punto de vista químico;

- 1.º El *abono completo* produce un lúpulo más abundante en sustancias útiles (extractos acuosos y alcohólicos, taninos);
- 2.º Tan pronto como falta uno de los elementos del abono completo, desmerece la calidad del lúpulo;
- 3.º El *nitrógeno*, que proporciona una vegetación más activa, influye menos en la calidad de los racimos;

4.º El *ácido fosfórico* produce mayor cantidad de *lupulina*, pero menos abundante en substancias útiles;

5.º La *potasa* influye mucho en la producción y calidad de *lupulina*;

6.º En resumen: aparentemente la exaltación de las cualidades del lúpulo resultan de la acción recíproca de los tres elementos fertilizantes; pero muy particularmente de la acción de la *potasa* y del *ácido fosfórico*.

X.—ESTERCOLADURA DE LAS LEGUMINOSAS

Leguminosas utilizadas por sus semillas

HABICHUELAS SECAS

De nuestras investigaciones experimentales, deducimos que una cosecha de 50 hectolitros de habichuelas secas de 80 kilogramos de peso por hectolitro, si se tienen en cuenta todas las partes aéreas y subterráneas de la planta, necesita para constituirse y dar una producción total de 9,234 kilogramos de materia seca por hectárea, las siguientes cantidades de elementos nutritivos:

Nitrógeno	254 kilogramos
Acido fosfórico	44 —
Cal	91 —
Potasa	180 —

Ya sabemos que la mayor parte de la enorme cantidad de nitrógeno que se encuentra en la cosecha proviene del nitrógeno gaseoso que la planta asimila por medio de las bacterias que viven en las nudosidades de sus raíces. Estas nudosidades aparecieron abundantes y voluminosas en nuestros cultivos. En cuanto a los alimentos minerales, tales como el ácido fosfórico, la potasa y la cal, sólo pueden extraerlos del suelo o de los abonos.

El primero de estos cuerpos lo absorben en menor proporción las habichuelas que el trigo de buena producción; por

el contrario, consumen la cal y la potasa en cantidades mucho más considerables.

Examinemos ahora la marcha de la formación de la materia vegetal y la de la asimilación de los elementos nutritivos (figura 75). A este objeto, tomemos como punto de comparación el máximo de materia formada o absorbida, e igualán-

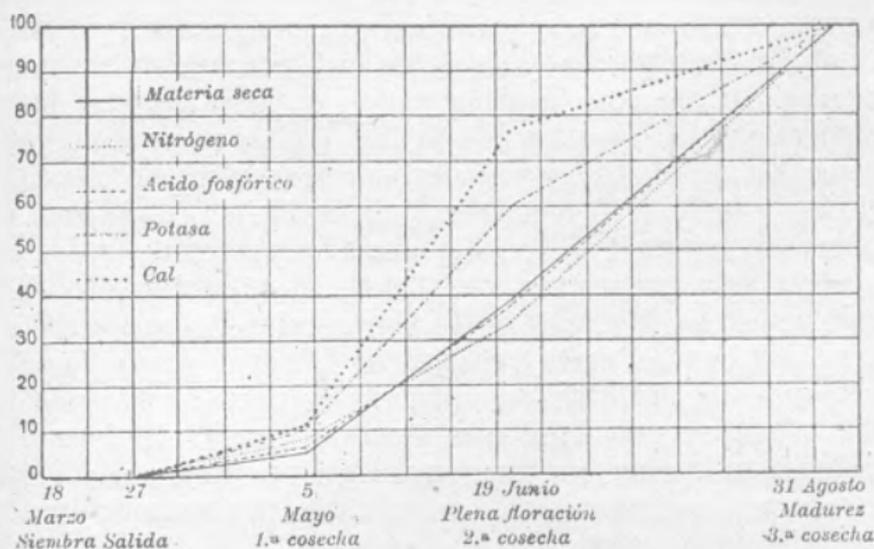


Fig. 75.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

dola a 100, comparémosla con las cantidades comprobadas en las plantas en las varias etapas de su vegetación:

	39º días por 100	Florescencia por 100	Madurez por 100
Materia seca formada	4'94	39'12	100'00
Nitrógeno absorbido.	7'77	34'03	100'00
Acido fosfórico	6'36	37'73	100'00
Cal.	11'04	77'70	100'00
Potasa	10'88	60'27	100'00

Desde la brotación hasta que aparecen las primeras flores, el proceso de absorción es más rápido que la formación de la substancia vegetal, refiriéndonos a todas las plantas sin excepción. Esto implica, cuando la planta es joven, gran necesidad de estos alimentos en forma muy asimilable; tal necesidad

es tanto mayor cuanto más obtuso es el ángulo de las curvas de los elementos nutritivos respecto de la horizontal, y se elevan por encima de la curva de la materia seca. La cal y la potasa son las absorbidas con mayor avidez; el nitrógeno viene en tercer lugar y el ácido fosfórico cierra la marcha. Desde el cuadragésimo día siguiente a la brotación, aumenta la necesidad de cal y de potasa, sobre todo en el período que precede a la florescencia, mientras que, por el contrario, la absorción del nitrógeno y del ácido fosfórico deja de ser tan intensa. Al aparecer la primera flor, la curva de estos dos elementos nutritivos pasa debajo de la de la materia seca. La curva del ácido fosfórico es sensiblemente paralela a esta última, y la del nitrógeno no se aleja mucho del paralelismo, aunque se mantiene en nivel ligeramente inferior.

La planta que nos ocupa nos parece muy exigente de cal y de potasa hasta el final de la florescencia. Tiene, además, necesidad de una corta cantidad de nitrógeno y de ácido fosfórico asimilable en las primeras semanas de su vegetación. Esta necesidad de nitrógeno se concibe fácilmente teniendo en cuenta que precisa un período determinado de tiempo para que se desarrollen y funcionen eficazmente las bacterias de las raíces.

La absorción de los elementos nutritivos se ejerce por las raíces, cuyo jugo ácido, puesto en contacto con los granos del suelo al través de la membrana vegetal de los pelos radicales, disuelve de entre ellos los que no son naturalmente solubles. Cuanto más extendidas están las raíces, tanto más fácil le es a la planta extraer los elementos del suelo, porque son más considerables los puntos de contacto con los granos terrosos. Esta idea nos ha movido a estudiar el desarrollo radicular de los vegetales cuyas necesidades de abono intentamos determinar. Las plantas de potente sistema radicular son más aptas para nutrirse a expensas de las reservas del suelo, porque pueden internarse en todos sentidos, siendo por el contrario menos sensibles a la acción de los abonos. Por otra parte, la duración del período vegetativo influye claramente en el mejor empleo de los alimentos propios del suelo. Un vegetal que absorba 100 kilogramos de elementos

nutritivos por hectárea en cincuenta días, necesitará más abono que otro que absorba la misma cantidad en ciento cincuenta días. Si se calcula por periodo de vegetación la cantidad de cada elemento nutritivo que ha debido absorber en veinticuatro horas, la unidad de raíces obtenida es muy sugestiva para la solución del problema que nos ocupa.

El cuadro siguiente indica el trabajo radicular diario de la habichuela seca en relación con un gramo de raíces también secas:

	I Desde la brotación al 39.º día	II Del 59.º día hasta la plena florencia (45 días)	III De la plena florencia a la madurez (72 días)
	Miligramos	Miligramos	Miligramos
Nitrógeno	10'27	5'00	4'25
Acido fosfórico	1'46	1'03	0'68
Cal	4'60	4'47	0'50
Potasa.	10'08	6'59	1'79
Total.	26'41	17'09	7'22

Antes de la formación de la flor, la habichuela absorbe diariamente, en total, 26'41 miligramos de elementos nutritivos por gramo de raíces secas. Desde el cuadragésimo día hasta la plena florescencia, el trabajo radicular disminuye y sólo es de 17 miligramos. Desciende al final a 7'2 miligramos durante el periodo de madurez. Si tomamos por unidad el trabajo radicular mínimo, resultarán las cantidades siguientes:

Maduración	1'00
Florencia	2'37
Seis primeras semanas	3'64

Por lo tanto, la necesidad de alimentos fácilmente asimilables es tres veces mayor durante el primer periodo, y más de dos veces durante el segundo que durante el último.

Examinando el trabajo radicular con relación al nitró-

geno, se observa que es el doble durante las seis primeras semanas. Por lo tanto, conviene dar a la habichuela cortas cantidades de nitrógeno soluble para favorecer el impulso de la vegetación y esperar a que las bacterias de las nudosidades estén lo bastante desarrolladas de modo que aseguren la alimentación nitrogenada, aunque esto sólo en suelos no muy provistos de nitrógeno o que nitrifiquen mal.

Respecto al ácido fosfórico, no es muy necesario, a menos de que el suelo sea muy pobre. Es más útil al principio de la vegetación, y bastará proporcionar cantidad suficiente en forma medianamente asimilable para que la planta disponga del tiempo necesario para apoderarse de él día por día.

Respecto a la cal, el trabajo de absorción es sensiblemente constante hasta la plena florecencia. Durante la madurez, es nueve veces menos intenso.

En cuanto a la potasa, el trabajo radicular diario es enorme antes de la aparición de la primera flor, y continúa manteniéndose elevado hasta la madurez, durante la cual desciende a un nivel mucho más inferior que el del nitrógeno. Tomando por unidad el trabajo radicular de este período, se comprueban las siguientes cantidades:

Madurez	1'00
Florescencia	3'77
Seis primeras semanas	5'63

Resulta, pues, que los abonos potásicos muy asimilables deben favorecer el desarrollo de esta leguminosa, y que también le sienta bien la naturaleza arcillo-calcárea del terreno. El cloruro o el sulfato potásicos influirán más eficazmente que los superfosfatos.

Estas reglas, inferidas de nuestras investigaciones de laboratorio, concuerdan perfectamente con las conclusiones de Lawes y Gilbert en sus experimentos sobre la habichuela; este acuerdo es una nueva prueba del valor agronómico del método seguido en el estudio de las necesidades de abono de nuestras principales plantas agrícolas. En efecto, se ha reconocido que:

1.º La potasa aumenta de por sí considerablemente la cosecha;

2.º Que la mezcla de potasa, sosa y magnesia, producen por lo regular excedentes de cosecha bastante notables;

3.º Que los superfosfatos de cal no aumentan de por sí el rendimiento de las habichuelas;

4.º Que los superfosfatos mezclados con potasa influyen notablemente en el aumento de la producción, pero no son tan eficaces como la potasa sola;

5.º Los superfosfatos mezclados con sales amoniacaes no tienen efecto útil, pero la adición de potasa a la mezcla produce evidentes efectos favorables.

Al estercolar las habichuelas convendrá que intervenga el nitrato para satisfacer las primeras necesidades de nitrógeno; el superfosfato, para suministrarle la cal soluble que tan necesaria le es, y al propio tiempo la corta cantidad de ácido fosfórico asimilable que exige la planta en la primera fase de su vegetación; pero principalmente se le han de proporcionar sales de potasa. En un suelo de fertilidad media, conviene dar a esta planta:

Nitrato sódico	100 kilogramos (a lo sumo)
Superfosfato cálcico.	250 —
Cloruro potásico	125 —

En los suelos pobres en potasa puede llegarse hasta 250 kilogramos de cloruro potásico, y en los terrenos faltos de ácido fosfórico hasta 400 kilogramos de superfosfatos. Pueden reemplazarse estos dos abonos con sulfato potásico y escorias de desfosforación.

ALGARROBAS

Una regular cosecha de algarrobas de primavera produce aproximadamente 1,500 kilogramos de grano y 3,000 kilogramos de paja. Su constitución requiere:

Nitrógeno	92 kilogrames
Acido fosfórico	33 —
Potasa	58 —
Cal.	126 —

Exige cantidades algo menores de nitrógeno y de ácido fosfórico, pero más potasa y cal que los guisantes, que luego estudiaremos.

La marcha de la absorción de los elementos nutritivos (fig. 76), que hemos determinado comparada con la marcha de la formación de la materia orgánica, y expresada en centésimas de máxima, es la siguiente:

	Floreescencia		
	Principio Por 100	Final Por 100	Madurez Por 100
Materia seca formada.	46'89	100'00	77'28
Nitrógeno absorbido .	61'32	100'00	65'10
Potasa.	47'38	100'00	50'52
Acido fosfórico	61'47	100'00	90'88
Cal	55'21	100'00	87'50

Todo ello demuestra que antes de la florescencia la planta está especialmente ávida de ácido fosfórico, nitrógeno y cal. La absorción de potasa sigue una marcha sensiblemente paralela a la formación de la materia orgánica. La planta no parece especialmente necesitada de esta base en ninguna época de su vida. La absorción de los elementos nutritivos se detiene al final de la florescencia. Por lo tanto, las conclusiones de nuestros ensayos son aplicables lo mismo al cultivo de la algarroba de semilla que al de la de forraje verde, porque ésta debe cosecharse al final de la florescencia.

El desarrollo medio de las raíces corresponde a 0'165 gramos de materia seca por planta al principio de la florescencia, y asciende a 0'200 gramos al final de este período, descendiendo luego a 0'150 gramos durante la madurez.

El promedio del trabajo radicular por unidad de raíces secas es el siguiente:

	Antes de la florescencia	Durante la florescencia	Durante la madurez
Duración del período.	52 días	25 días	80 días
	Miligramos	Miligramos	Miligramos
Nitrógeno	6'68	3'94	0'00
Acido fosfórico	1'74	1'05	0'00
Potasa	4'41	4'40	0'00
Cal.	6'17	4'71	0'00
Total	19'00	14'10	0'00

El trabajo radicular es nulo durante la madurez, y alcanza el máximo antes de la florescencia. Entonces necesita la planta mayor cantidad de abonos fácilmente asimilables.

Dejando aparte el nitrógeno, que lo proporciona la atmósfera, no son muy elevadas las necesidades de la algarroba. Le basta encontrar durante los primeros meses de su vida un suelo suficientemente provisto de cal y potasa asimilables,



Fig. 76.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

con ácido fosfórico. Una cantidad insignificante de superfosfato (200 kilogramos por hectárea) bastará en la mayoría de los casos para satisfacer sus necesidades y asegurar copiosas cosechas. En los suelos pobres de caliza y ácido fosfórico, se podrá doblar la dosis de superfosfato. La potasa sólo es útil en las tierras pobres donde tiene muy señalada eficacia. La dosis varía entre 100 y 200 kilogramos de cloruro potásico.

En el campo experimental de Allard, profesor especial de agricultura de Dreux, bastante abundante en ácido fosfórico asimilable (0.30 gramos), pero muy pobre en potasa asimilable (0.11 gramos), se cultivaron en 1898 algarrobas de primavera con diversos abonos, obteniéndose los siguientes excedentes:

	Forraje verde Quintales
Nitrato sódico (100 kilogramos).	22'00
Superfosfato solo (500 kilogramos).	79'75
— y nitrato	63'25
— y cloruro potásico (400 kilogr.).	99'00
Cloruro potásico y nitrato	82'50
Superfosfato, cloruro y nitrato	90'75

Por lo tanto, el cloruro potásico mezclado con superfosfato dió los mayores rendimientos.

GUISANTES

Según Damseaux, una cosecha mediana de guisantes que produzca 1,250 kilogramos de grano y 2,000 kilogramos de paja por hectárea, absorbe:

Nitrógeno.	65'5 kilogramos
Acido fosfórico.	17'7 —
Potasa	32'4 —
Cal	33'9 —

Basándonos en dos series de cultivos experimentales efectuados con guisantes enanos, opinamos que una cosecha de una hectárea cultivada en las mismas condiciones que las de nuestros ensayos, contaría con un millón y medio de plantas y produciría 52 quintales de forraje secado al aire, de los cuales habría 18'5 quintales de grano y 33'5 quintales de paja. La formación de esta cosecha exige:

Nitrógeno	123'0 kilogramos
Acido fosfórico	42'5 —
Potasa	89'5 —
Cal	151'5 —

Las cantidades de elementos nutritivos así absorbidos no son considerables, pero resultan importantes si se tiene en cuenta el corto período de vegetación.

El nitrógeno lo proporcionan fácilmente el suelo y la atmósfera, de la que lo absorben las nudosidades de las raíces que se desarrollan por lo general abundantemente. En cuanto

a los otros principios fertilizantes, la cal y después la potasa, son los absorbidos en mayor cantidad, y, por lo tanto, menos necesarias en esta leguminosa que en las demás, sobre todo respecto de la potasa. De esto cabe inferir que los guisantes no exigen gran cantidad de elementos fertilizantes.

El examen de la marcha de la absorción de los elementos nutritivos y del trabajo radicular denotan las formas de abono que deben emplearse preferentemente.

En nuestros experimentos, el guisante enano tardó setenta y un días en madurar, contando desde el comienzo de la brotación. El período es corto, siendo por tanto evidente que la necesidad de abono es más considerable de lo que indica la absorción total de los elementos estudiados. La marcha de la absorción expresada en centésimas de máxima está consignada en el cuadro siguiente:

	FLORESCENCIA		MADUREZ 18 julio
	PRINCIPIO 8 junio	FIN 22 junio	
Materia seca.	31'0	81'8	100'0
Nitrógeno.	42'2	100'0	99'4
Acido fosfórico.	28'8	66'1	100'0
Potasa	48'9	100'0	83'4
Cal	36'7	85'8	100'0

El gráfico fig. 77, trazado según las precedentes cantidades proporcionales, demuestra palpablemente la marcha de los fenómenos de formación de la materia seca y la marcha de los elementos nutritivos.

Por otra parte, el trabajo diario de absorción de las materias fertilizantes, en proporción con 1 gramo de raíces secas, está indicado como sigue:

	FLORESCENCIA		MADUREZ
	ANTES DE ELLA	DURANTE ELLA	
	Miligramos	Miligramos	Miligramos
Nitrógeno	8'83	12'61	»
Acido fosfórico	2'02	2'67	1'51
Potasa	8'28	7'67	»
Cal	11'39	12'57	1'86
Total	30'54	35'52	3'37

Todo esto demuestra que, desde la brotación hasta la floréscencia, la planta forma la tercera parte de su materia seca total, mientras absorbe el 42 por 100 de nitrógeno, el 48 por 100 de potasa, el 36 por 100 de cal y solamente

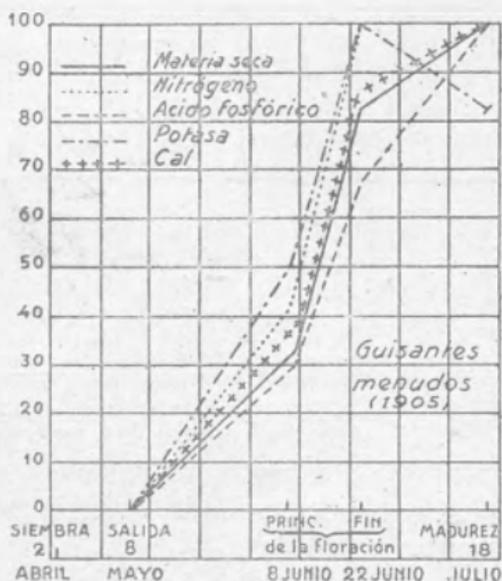


Fig. 77.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

el 28'8 por 100 de ácido fosfórico. La proporción absorbida de todos estos elementos, excepto el último, es notablemente mayor que la proporción de la materia seca formada. Por lo tanto, debemos inferir que durante este primer período el

guisante necesita encontrar en el suelo potasa y cal muy asimilables, puesto que el nitrógeno puede proceder del aire. En cuanto al ácido fosfórico, esta planta es relativamente poco exigente.

El trabajo radicular durante el primer período resulta considerable por lo que respecta a la cal, a la potasa y al nitrógeno. Esto confirma completamente nuestras deducciones.

Durante la florescencia, que en estos experimentos duró catorce días, comprobamos una actividad vegetativa muy notable. La planta formó el 50·8 por 100 de su materia seca, absorbiendo:

57·8	por 100	de su nitrógeno.
37·3	—	de su ácido fosfórico.
51·1	—	de su potasa.
49	—	de su cal.

Al propio tiempo advertimos aumento de trabajo radicular de todos los elementos nutritivos, excepto de la potasa.

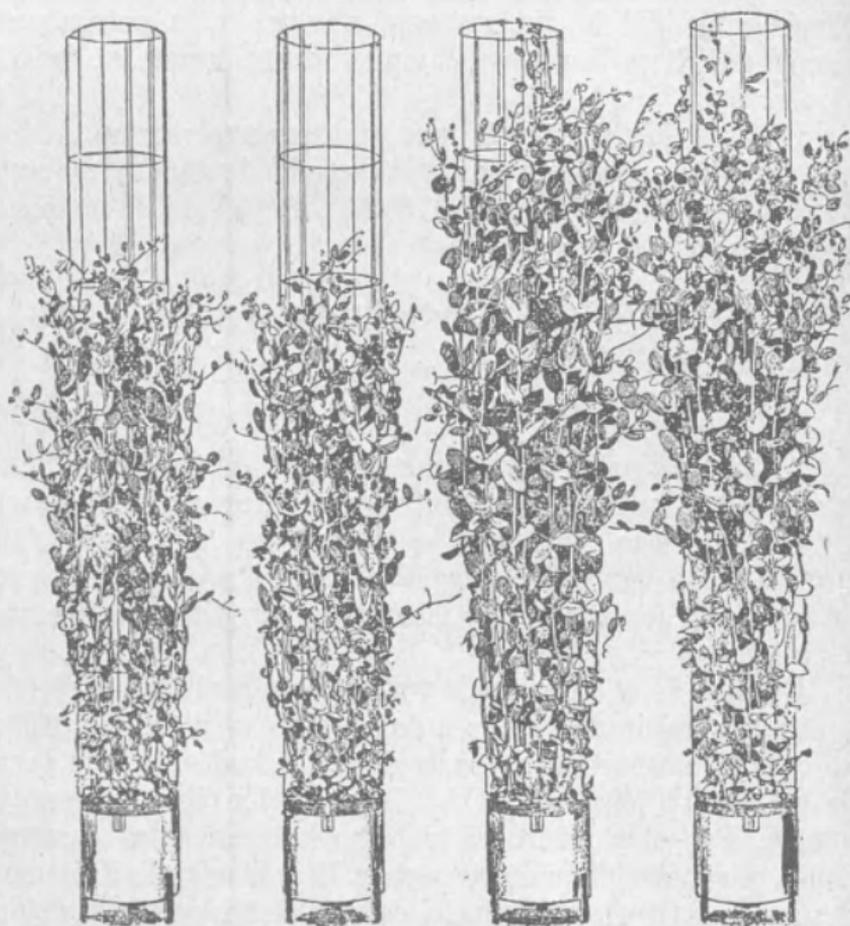
De todo esto se deduce evidentemente que durante el corto período de la florescencia el guisante exige del suelo la mitad de los necesarios elementos nutritivos fácilmente asimilables.

Después de la florescencia y durante la madurez, la planta continúa aumentando el peso de materia seca (18 por 100); absorbe la última tercera parte de ácido fosfórico y un poco de cal (el 14 por 100). Cesa la absorción de nitrógeno y potasa. Por otra parte, el trabajo radicular total es muy débil; relativamente nulo respecto a la potasa y al nitrógeno, desciende a 1/6 respecto de la cal y a 1/2 respecto al ácido fosfórico en comparación con el del anterior período.

Esta comprobación corrobora las conclusiones anteriores relativas a la necesidad de una estercoladura compuesta de elementos muy asimilables.

En resumen, el cultivo del guisante no exige copiosas estercoladuras. Le bastan cortas cantidades de abono, pero en *forma muy asimilable*. Igual que en las demás leguminosas, no se deberá recurrir, sino en casos excepcionales, a

los abonos nitrogenados, si se atiende a la producción de la semilla, pues con ellos se obtiene excesivo y prolongado desarrollo herbáceo. Bajo su influencia, las flores no se forman o se pierden, y sólo se cosechará paja. Conviene, por lo tanto,



Sin abonos.

Superfosfato.

Sales potásicas.

Fig. 78.—Efecto de los abonos fosfatados y potásicos en los guisantes.

proporcionar a los suelos medianos 250 kilogramos de superfosfato al 15 por 100 de ácido fosfórico soluble en el citrato muy asimilables para asegurar la alimentación fosfórica y cálcica de la planta. En las tierras pobres se doblarán las

dosis. Por lo que se refiere a la potasa, en suelos pobres bastarán de 100 a 150 kilogramos de cloruro potásico (fig. 78).

Para completar estos datos, exponemos a continuación los excedentes de cosecha obtenidos en el campo experimental de Allard, en Dreux, en cultivo de los guisantes forrajeros:

	Forraje verde Quintales
Nitrato sódico (100 kilogramos)	13'75
Superfosfato (500 kilogramos)	55'00
Cloruro potásico (400 kilogramos) y nitrato.	66'00
Superfosfato y nitrato	49'50
Superfosfato y cloruro potásico.	61'85
Superfosfato, cloruro y nitrato	66'00

El empleo del abono completo ha proporcionado el rendimiento más elevado, siguiéndole el abono nitropotásico. En dicho suelo, pobre en potasa asimilable, lo mismo que en suelos análogos, conviene no despreciar el empleo del sulfato y cloruro potásico.

LENTEJAS

Una buena cosecha de lentejas, de 25 quintales de grano, con la paja y las raíces correspondientes, absorbe aproximadamente por hectárea:

Nitrógeno	200 kilogramos
Acido fosfórico	40 —
Potasa	174 —
Cal.	126 —

Esto es basándonos en cultivos experimentales que nos han servido para determinar la marcha de la absorción de principios nutritivos. Por lo tanto, la potasa y la cal se absorben en mayor cantidad, sin contar el nitrógeno, extraído principalmente del aire, mediante el mecanismo indicado anteriormente. En nuestros cultivos, la proporción del grano con relación a la paja fué débil a causa del gran desarrollo herbáceo. El peso del grano representó solamente un 40 por 100 con relación a la paja. En el cultivo en tierra campa,

comprobamos una proporción más elevada que ascendió a un 67 por 100. Entonces obtuvimos una vegetación menos exuberante por un lado, y por otro se perdió gran cantidad de las envolturas de los granos y numerosas hojas. De esta observación resultó, según nuestras apreciaciones, que las necesidades absolutas de la planta son poco elevadas. Pero esto no tiene ninguna importancia desde el punto de vista de las conclusiones prácticas que hemos de inferir de todo ello. Por otra parte, vale más pecar por exceso que por defecto en las apreciaciones de esta índole.

Veamos ahora la marcha relativa de la absorción de los elementos nutritivos (fig. 79) y de la formación de la materia seca. El cuadro siguiente expone por cada período las cantidades de substancia absorbida o formada en centésimas de máxima:

	Antes de la floreescencia Por 100	En plena floreescencia Por 100	Madurez Por 100
Materia seca formada .	19'70	86'17	100'00
Nitrógeno absorbido .	25'56	100'00	90'28
Acido fosfórico . . .	27'40	100'00	93'17
Cal	22'20	67'69	100'00
Potasa	33'34	100'00	92'67

Desde la brotación hasta el quincuagésimo primero día de la vegetación, es decir, antes de aparecer la primera flor, las curvas de la absorción de los elementos nutritivos se mantienen por encima de la curva indicadora de la materia seca. Desde el principio hasta el final del período, forman con esta última un ángulo bastante abierto. Por lo tanto, durante las siete primeras semanas de su vida necesita la planta encontrar en el suelo estos alimentos minerales fácilmente asimilables. Únicamente la potasa es absorbida con relativa avidez; siguen luego, en orden decreciente, el ácido fosfórico, el nitrógeno, y finalmente la cal, cuya curva no difiere de la que indica la formación de la substancia vegetal.

Desde la florecencia aumenta bastante la actividad en la formación de los tejidos. La curva se yergue bruscamente y forma con la horizontal un ángulo más abierto. Desde este momento hasta la plena florecencia, la absorción de la po-

tasa sigue una marcha sensiblemente proporcional a la de la formación de la substancia seca, y se termina al final del período. Las curvas del ácido fosfórico y del nitrógeno continúan de la misma manera que al principio de la vegetación, divergiendo algo por encima de la curva de la materia orgánica. Por el contrario, la curva de la cal pasa por debajo de esta última, manteniéndose en esta situación hasta la cose-

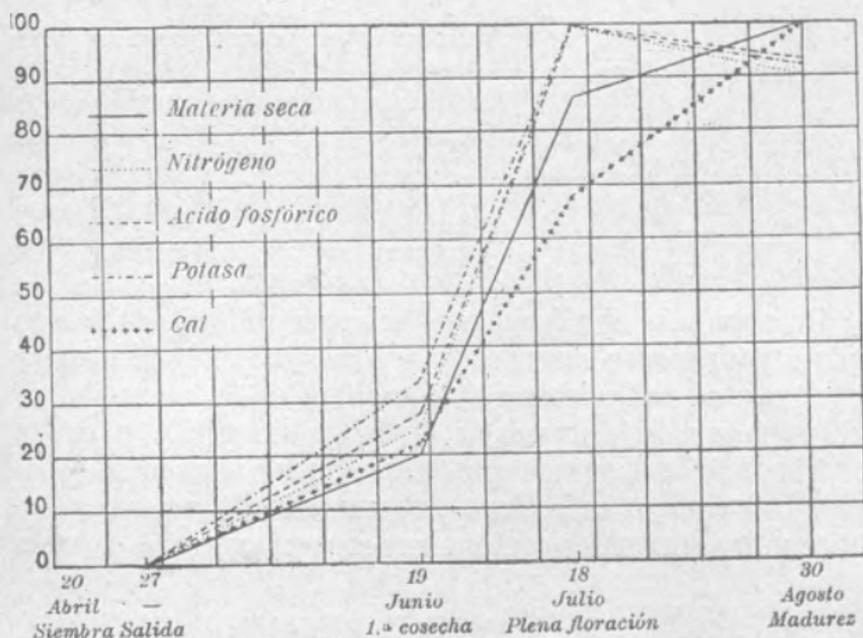


Fig. 79.—Proceso de absorción de los elementos nutritivos en centésimas de máxima.

cha. Durante la floescencia, la lenteja continúa necesitada de abonos potásicos y fosfatados, y sigue nutriéndose activamente de nitrógeno; pero la necesidad de cal, que nunca ha sido mucha, se atenúa cada vez más.

Durante la madurez, la planta continúa elaborando la materia vegetal y absorbiendo cal, mientras que decrece la actividad en cuanto a los demás elementos nutritivos.

Desde el punto de vista del abono, la lenteja lo requiere muy asimilable, abundante en potasa y en ácido fosfórico. Gracias a los tubérculos de bacterias de sus raíces, puede la

lenteja extraer del aire confinado en el suelo el nitrógeno que necesita. Sin embargo, en las primeras semanas de su vida, la planta gusta de un suelo en donde la nitrificación se realice fácilmente.

El siguiente cuadro consigna el trabajo radicular de una planta de lenteja de mediano desarrollo en proporción a 1 gramo de raíces secas en los tres periodos considerados:

Duración del período .	Antes de la florencia	En plena florencia	Madurez
	51 días	29 días	43 días
	Miligramos	Miligramos	Miligramos
Nitrógeno	9'64	22'45	0'00
Acido fosfórico	2'38	5'02	0'00
Cal	6'30	13'07	2'92
Potasa	12'96	20'47	0'00
Totales.	31'28	61'01	2'92

Durante las siete primeras semanas de vegetación la lenteja absorbe por gramo de raíces secas 31'28 miligramos de elementos nutritivos. La intensidad de la absorción es doble durante la florescencia, y luego desciende y queda reducida casi a cero durante la madurez. Si se toma como unidad el trabajo radicular total en esta última época, se obtienen las siguientes cantidades proporcionales:

Siete primeras semanas	10'7
Floración.	20'9
Madurez	1'0

Así, la necesidad de abonos fácilmente asimilables es veinte veces mayor durante la florescencia y diez veces mayor durante la juventud en relación con las exigencias de la planta durante la madurez. Si se considera el nitrógeno que absorben las bacterias de las nudosidades de las raíces, se echa de ver que la absorción se detiene al terminar la florescencia, después de haber sido más del doble durante el segundo período. La misma observación puede aplicarse al ácido fosfórico y a la potasa. Por el contrario, respecto de la cal, el trabajo de absorción continúa muy débil durante la madurez, después de haber sido el doble durante la flores-

cencia en relación al primer período de la vida de la planta.

Definitivamente, desde todos los puntos de vista que se considere, hay que reconocer claramente que la planta que nos ocupa necesita abonos especialmente durante la florescencia, y que es muy exigente desde el primer período. Precisa, pues, que se le suministre abundante estercoladura mineral muy asimilable.

Por lo tanto, para el abono de esta planta, en suelos de mediana fertilidad, pueden aconsejarse 300 kilogramos de superfosfato al 15 por 100, y 200 kilogramos de cloruro potásico. El suelo y el aire le proporcionarán el nitrógeno necesario. En las tierras pobres en potasa, hay que aumentar la dosis de cloruro hasta 300 kilogramos. Si son pobres en ácido fosfórico, puede llegarse hasta 500 kilogramos de superfosfato.

En confirmación de todo esto, consignamos los resultados obtenidos por Allard en su campo experimental de Dreux. El suelo objeto de ensayo estaba suficientemente provisto de nitrógeno y ácido fosfórico asimilable, pero muy pobre en potasa soluble. Los abonos se emplearon en las siguientes dosis: ácido fosfórico soluble en el agua, 60 kilogramos; potasa, 200 kilogramos; nitrógeno amoniacal, 20 kilogramos; nitrógeno orgánico, 60 kilogramos.

	Rendimientos		Excedentes	
	Grano Quintales	Paja Quintales	Grano Quintales	Paja Quintales
I. Superfosfato	23'2	30'4	12'0	14'4
Cloruro potásico.				
Sulfato amónico.				
II. Superfosfato	22'4	32'0	11'2	16'0
Sulfato potásico.				
Sulfato amónico.				
III. Superfosfato	18'6	24'8	7'4	8'8
Sulfato amónico.				
IV. Cloruro potásico.	20'0	32'0	8'8	16'0
Sulfato amónico.				
V. Superfosfato	16'0	25'2	4'8	9'2
Sangre.				
VI. Sulfato amónico.	12'0	21'6	0'8	5'6
VII. Sin abono	11'2	16'0	>	>

El mayor excedente de grano se obtuvo con los abonos completos I y II. La supresión de la potasa en el III y el V rebajó los excedentes de grano y paja casi de un 50 por 100. El abono sin ácido fosfórico produjo un rendimiento inferior de grano. El nitrógeno solo, únicamente favoreció la producción de paja.

Se observa que en este suelo pobre en potasa, el empleo de este elemento fertilizante resultó más ventajoso. Aunque el suelo abundara en ácido fosfórico, se comprueba que el superfosfato tuvo mucha eficacia por lo muy ávida que está la planta de este elemento, sobre todo en la primera fase de la vegetación.

JUDIÁS

Un campo de judías enanas, sembradas y alineadas a distancia de 40 centímetros, con una producción total (incluyendo las raíces), de 5,432 kilogramos de materia secada al aire libre, conteniendo 27 quintales de grano, proporcionó a la planta durante el tiempo de su vegetación:

Nitrógeno	127 kilogramos
Acido fosfórico	38 —
Potasa	105 —
Cal.	88 —

Estas exigencias en cuanto al nitrógeno, son muy semejantes a las de una buena cosecha de trigo candeal; respecto de la cal, son algo más considerables, y en cuanto a la potasa, son la mitad menores, y menos de la mitad en el ácido fosfórico.

Por lo que se refiere al nitrógeno, sabemos que la judía, lo mismo que las demás leguminosas, lo extrae de la atmósfera y del suelo mediante las bacterias de las nudosidades de sus raíces.

La marcha de la absorción de principios nutritivos (figura 80), comparada con la formación de la materia orgánica, queda consignada, ateniéndonos a nuestros experimentos, en el cuadro siguiente:

	En la semilla Por 100	Antes de la florencia Por 100	Después de la florencia Por 100	En la madurez Por 100
Materia seca . . .	2'10	8'67	46'10	100'00
Nitrógeno	3'40	11'21	57'60	100'00
Acido fosfórico . .	3'24	14'07	82'40	100'00
Potasa	2'02	16'23	74'08	100'00
Cal.	0'37	20'80	80'50	100'00

El trabajo de absorción diario, proporcionalmente a 1 gramo de raíces secas, es el siguiente:

	Antes de la florencia	Durante la florencia	Madurez
Duración del período .	21 días	38 días	39 días
Nitrógeno	11'89	9'71	5'21
Acido fosfórico	4'92	4'31	0'65
Potasa	18'42	9'96	2'64
Cal	21'66	8'69	1'67
Trabajo total.	56'89	32'67	10'17

En el período comprendido desde la germinación a la florescencia, la marcha de la absorción del nitrógeno es algo más rápida que la formación de la materia seca, y al final las nudosidades sobre las raicillas aparecen ya bastante numerosas. Prescindiendo de los suministros de la siembra, observamos que mientras la planta formó el 6'51 por 100 de su materia seca, absorbe el 7'81 por 100 del nitrógeno necesario para su desarrollo completo en el intervalo de veintidós días, de los ochenta que comprende la vegetación total. Las raíces forman entonces el 24 por 100 de las partes aéreas y cada gramo de raíces secas absorbe por término medio diariamente 11'89 miligramos de nitrógeno. El trabajo radicular para la absorción del nitrógeno es por consiguiente intenso, mientras que los tubérculos con bacterias distan mucho de haber adquirido su desarrollo máximo. Fijándonos en estas observaciones, parece que a las judías debe convenirles en esta época una corta cantidad de nitrógeno asimilable que apresuraría su primer desarrollo.

La absorción del ácido fosfórico, de la potasa y de la cal es aún más activa que la del nitrógeno. Sus curvas divergen más de la materia seca. La planta extrae en este momento

del suelo el 10'73 por 100 del ácido fosfórico que necesita, el 14'4 por 100 de potasa y el 20'4 por 100 de cal. Es, pues, evidente que el suministro de superfosfato y de abonos potásicos favorece el primer desarrollo de la judía, no sólo porque sus necesidades son relativamente elevadas, sino sobre todo porque la unidad de raíces ha de producir un trabajo de absorción bastante considerable y mayor que en las otras fases de la vegetación. Efectivamente, el trabajo radicular es, respecto al ácido fosfórico, de 4'92 miligramos; respecto de la potasa, de 18'42 miligramos; y en cuanto a la cal, de 21'66 miligramos. En conjunto, alcanza 56'89 miligramos, y es bastante superior al de la fase siguiente.

Durante la florescencia, es mucha la actividad de la planta. Por el 37'4 por 100 de su materia seca total elaborada, absorbe en treinta y ocho días en centésimas de máxima:

Nitrógeno	46'39	por 100
Acido fosfórico	68'33	—
Potasa	57'85	—
Cal	59'70	—

Aunque la absorción de nitrógeno es considerable, conviene observar que coincide con el desarrollo máximo de las nudosidades de bacterias absorbentes de nitrógeno, y si bien la curva del nitrógeno diverge cada vez más de la materia seca, porque necesita entonces gran cantidad de nitrógeno, no debe tenerse esto en cuenta al abonar el suelo.

No puede decirse lo mismo de los otros elementos nutritivos. La planta está en estos momentos muy ávida de ácido fosfórico. La curva de este elemento se eleva rápidamente y pasa por encima de la curva de la potasa, y después por encima de la cal. Esta marcha de la absorción indica claramente la importancia de que la planta disponga durante la florescencia de suficiente ácido fosfórico fácilmente asimilable, principalmente de superfosfato. Este abono produce señaladísimos efectos en la cosecha, aun cuando la dosis total absorbida no sea muy considerable. Se comprende fácilmente que en los suelos pobres en ácido fosfórico asimilable, tales como los limos de la Beauce y la arcilla de silex,

el suministro de superfosfato es condición indispensable para obtener buenas cosechas de judías. Los suelos de Lucé, abundantes en ácido fosfórico asimilable, están muy acreditados para la explotación de esta leguminosa.

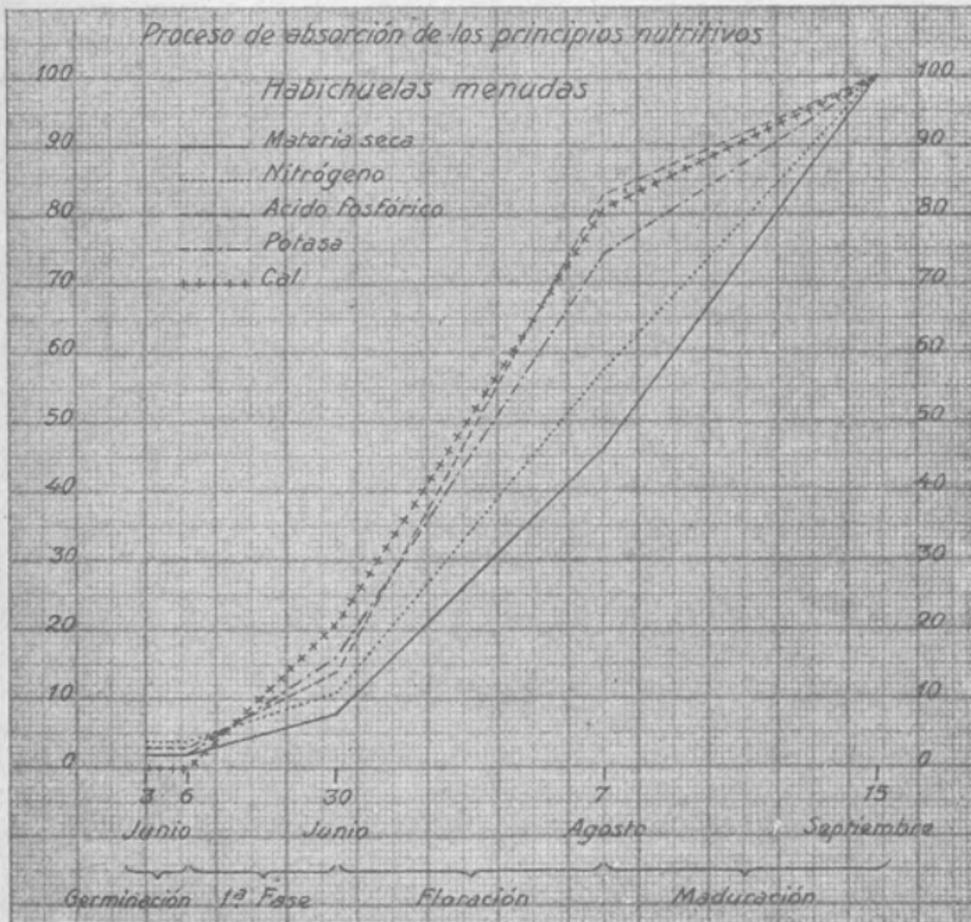


Fig. 80.—Proceso de la absorción de los principios nutritivos.

La absorción de la potasa continúa siendo considerable durante la florecencia, y la dirección de su curva, en proporción a la de la sustancia seca, indica lo útil que le es a la planta que nos ocupa disponer de abundante provisión de

potasa asimilable y, por lo tanto, de abonos potásicos. Lo mismo puede decirse de la cal.

El trabajo radicular medio y diario es menos considerable durante este período que en el primero, pero todavía bastante activo, lo cual corrobora la idea de que esta planta necesita encontrar en el suelo provisión bastante considerable de materias minerales fácilmente asimilables.

Durante la maduración sigue la absorción de los principios nutritivos, si bien disminuye de manera sensible, como asimismo se atenúa el trabajo radicular. Entonces, para una producción de materia orgánica considerable, puesto que elabora el 53'9 por 100 del máximo, sólo absorbe en treinta y nueve días las siguientes cantidades de elementos nutritivos en centésimas de máxima:

Nitrógeno	42'40	por 100
Acido fosfórico	17'60	—
Potasa.	25'92	—
Cal.	19'50	—

Las raíces siguen desarrollándose y el trabajo radicular medio por gramo desciende a 10'17 miligramos, o sea a menos de la tercera parte del que se realizaba durante la florescencia, y a menos de la quinta parte durante el primer período.

Aunque prosiga la necesidad de elementos nutritivos, se atenúa bastante, y puede satisfacerse suministrando a la planta abonos de acción más lenta. Esto explica los buenos efectos de una dosis media de estiércol de granja bien descompuesto, y, por consiguiente, abundante en ácido fosfórico y en potasa asimilables.

En resumen, para obtener buenas cosechas de judías hay necesidad de aplicar abundantes cantidades de superfosfato y de cloruro potásico y, además, cortas dosis de estiércol de granja bien descompuesto. A falta de estiércol, se aumentarán las cantidades de abono mineral, tanto más, cuanto más pobre sea el suelo. Se le añadirá, también, una corta dosis de nitrato sódico, de 50 a 80 kilogramos por hectárea. En tierras medianamente fértiles, bastarán 400 kilogramos de

superfosfato al 15 por 100 y 150 a 200 kilogramos de cloruro potásico, con los que podrán obtenerse rendimientos máximos, comparables con los de un cultivo en tierra campa.

Leguminosas de praderas artificiales

TRÉBOL ENCARNADO

Una cosecha de trébol encarnado que produzca 25,000 kilogramos de forraje verde por hectárea, corresponde a 6,200 kilogramos de heno secado al aire libre, y contiene 5,270 kilogramos de substancia seca. Nuestras investigaciones nos han probado que semejante cosecha, comprendiendo el sistema radicular, para constituirse necesita absorber las siguientes cantidades de elementos nutritivos:

Nitrógeno	114 kilogramos
Acido fosfórico	37 —
Potasa	113 —
Cal	111 —

Después del nitrógeno, que es el elemento absorbido en mayor proporción, siguen la potasa y la cal casi al mismo nivel. El ácido fosfórico es absorbido en mucha menor cantidad; sin embargo, en el limo de Beauce, pobre en ácido fosfórico asimilable, este alimento desempeña el principal papel para aumentar los rendimientos del trébol.

El proceso de la absorción de los elementos nutritivos relacionado con el de la formación de la materia vegetal (figura 81), expresado en centésimas de máxima, es el siguiente:

	Antes de la florencia	Después de la florencia	Madurez
Materia seca formada	12'58	70'76	100'00
Nitrógeno absorbido.	25'97	99'64	100'00
Acido fosfórico.	19'27	77'65	100'00
Potasa	18'44	100'00	86'03
Cal	20'63	86'21	100'00

A continuación consignamos el trabajo radicular correspondiente a cada periodo de la vegetación:

	Antes de la floreescencia	Durante — la floreescencia	Madurez
Duración del período . . .	70 días	21 días	31 días
Nitrógeno	6'56	16'48	0'04
Acido fosfórico	1'57	4'23	0'85
Potasa	5'37	21'04	0'00
Cal	5'10	14'36	1'58
Trabajo radicular total . .	18'60	56'11	2'47

El examen de absorción de los elementos nutritivos, comparado con el de la formación de substancia seca, demuestra que durante el primer período del desarrollo del trébol, que precede a la florecencia, es muy lenta la actividad vegetativa. En efecto, en sesenta días, la planta sólo forma el 12'38 por 100 de materia seca, y la absorción de los elementos nutritivos expresada en centésimas de máxima es de:

Nitrógeno	25'95 por 100.
Acido fosfórico	19'27 —
Potasa	18'44 —
Cal	20'63 —

Aunque estas proporciones no sean considerables con relación al período, no por ello dejan de ser muy superiores a la materia vegetal formada, y esto denota la necesidad de que la planta encuentre en el suelo suficiente provisión de elementos nutritivos fácilmente asimilables.

El trabajo de absorción de las raíces no contradice esta conclusión. Aunque la actividad radicular en proporción a un gramo de raíces secas sólo es de un tercio con relación al período siguiente, es muy superior a la que corresponde al trigo de otoño. Sin embargo, conviene observar que en el cultivo corriente de *trébol encarnado*, la planta dispone de tiempo bastante para su primer crecimiento y para llegar a la florecencia, puesto que se siembra a fin de agosto y no florece hasta mayo. En estas condiciones y en suelos de mediana fertilidad, encuentra fácilmente lo que necesita para su alimentación; pero en suelos pobres no ocurre lo mismo, y, por lo tanto, es necesario proporcionar a la planta los elementos que escaseen en las tierras.

La curva del nitrógeno es la que más diverge de la materia seca; siguen la de la cal y ácido fosfórico, y la potasa ocupa el último lugar. En cuanto al nitrógeno, conviene advertir que si los tubérculos de bacterias no son aún muy

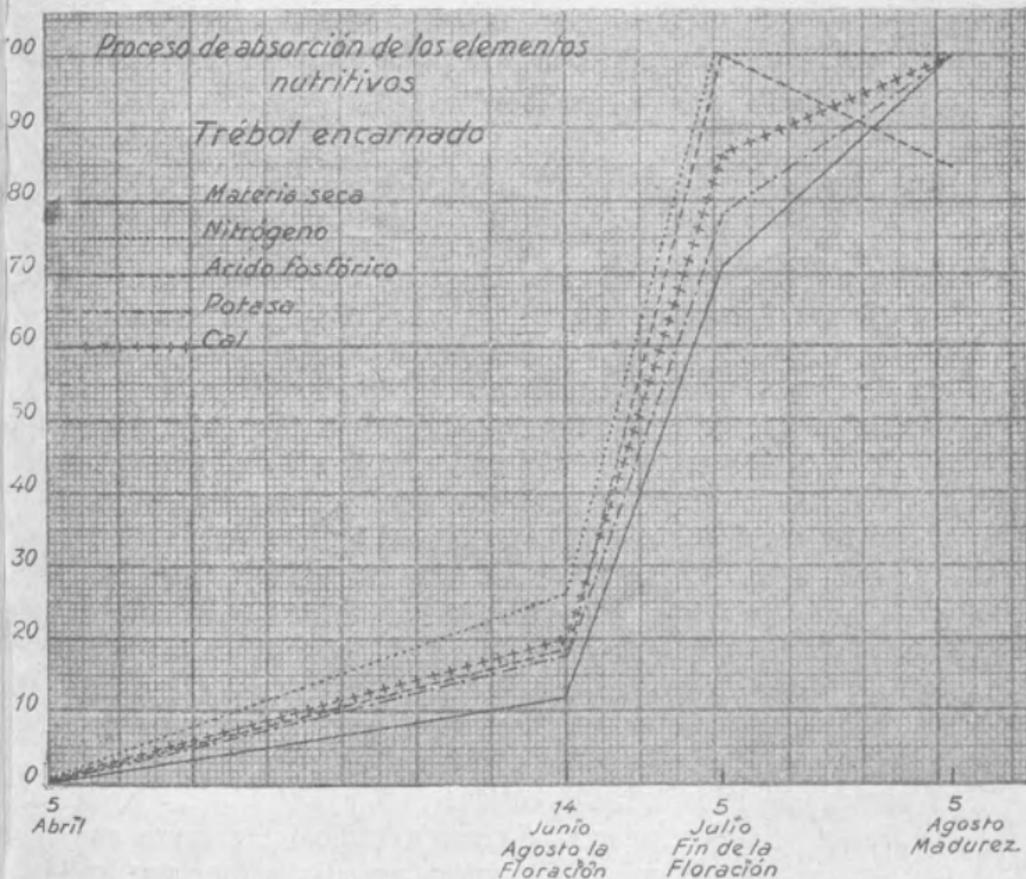


Fig. 81.—Proceso de absorción de los elementos nutritivos.

abundantes en las raíces, quedaría el suelo en buenas condiciones para nitrificar y apto para acumular este elemento nutritivo, con tal de mullirlo superficialmente para realizar la siembra.

Durante la florescencia, que dura tres semanas, es más considerable la actividad vegetativa del trébol encarnado, y continúa siendo también considerable la absorción de los ele-

mentos nutritivos, y así vemos que las curvas tienden hacia la vertical. En este corto tiempo, la planta elabora el 67'38 por 100 de materia seca. La actividad relativa a la formación de la materia vegetal es diez y seis veces mayor que en el primer periodo.

La absorción de los elementos nutritivos es también considerable. En centésimas de máxima, alcanza las proporciones siguientes:

Nitrógeno	73'67 por 100
Acido fosfórico	58'38 —
Potasa	81'56 —
Cal	65'58 —

Al final de la florescencia, la planta ha absorbido todo el nitrógeno que necesitaba (99'64 por 100). Es fácil comprobar que durante este corto periodo los tubérculos de las raíces han llegado a su desarrollo máximo, y, por lo tanto, cabe admitir que si bien el trabajo radicular de absorción del nitrógeno es considerable, no hay que preocuparse en el abono de la alimentación nitrogenada del trébol encarnado. No puede decirse lo mismo de los otros alimentos minerales, como la potasa (cuya absorción termina al final de la florescencia), la cal y el ácido fosfórico. Los abonos fosfatados o potásicos dan excelentes resultados en las tierras pobres de fósforo, aunque sólo se los desparrame en cobertera durante la primavera. También es indudable que el trébol encarnado no medra en suelos faltos de caliza.

Durante la florescencia, el trabajo radicular alcanza su máxima actividad, que es dos veces y media mayor por lo que respecta al nitrógeno y dos veces y dos tercios respecto al ácido fosfórico, cuatro veces respecto de la potasa y cerca de tres veces tratándose de la cal. Por lo tanto, conviene que al iniciarse la florescencia esté el suelo bien provisto de ácido fosfórico y de potasa muy asimilables. El examen del trabajo de las raíces corrobora lo que vimos al considerar la absorción de los elementos nutritivos.

Desde el comienzo de la madurez, el trébol encarnado ha de formar aún el 29 por 100 de materia orgánica, y no ab-

sorbe nitrógeno ni potasa, aunque continúa extrayendo del suelo cal y ácido fosfórico. Durante los treinta días del primer período absorbe un 13'8 por 100 de cal y un 22'35 por 100 de ácido fosfórico, del cual continúa necesitando la planta hasta la madurez.

En resumen: el trébol encarnado exige para vegetar tierra calcárea franca, abundante en potasa y ácido fosfórico. Si faltan estos elementos, deben suplirse con aportes de margas, con superfosfatos o cloruro potásico, según los casos. En tierras de mediana fertilidad bastará emplear 300 kilogramos de superfosfato por hectárea, y será muy ventajoso aumentar esta dosis en los suelos pobres en ácido fosfórico. Además, convendrá emplear sales potásicas cuando la tierra contenga menos de 0'25 gramos aproximadamente de potasa asimilable por kilogramo. Las dosis oscilarán entre 100 y 200 kilogramos de cloruro potásico por hectárea, según sea la pobreza del suelo.

A fin de precisar la importancia del superfosfato en los suelos pobres para obtener abundantes rendimientos de trébol encarnado, exponemos a continuación los resultados de un experimento realizado en 1886 por O. Benoist en Gas. En el campo se había cultivado trigo y luego avena, y se esparcieron 300 kilogramos de superfosfato por hectárea para cultivar trébol encarnado. Una parcela quedó sin abono para que sirviera de comprobación. Se obtuvieron:

	Forraje verde
Sin superfosfato	161 quintales .
Con superfosfato	360 —
	<hr/>
Excedente.	199 quintales

Así, pues, con un gasto de 24 francos se obtuvieron 19,900 kilogramos de forraje verde. Los 1,000 kilogramos excedentes resultan a 1'21 francos.

TRÉBOL VIOLADO

Una buena cosecha de trébol violado puede rendir 7,000 kilogramos de heno seco por hectárea, en condiciones favo-

rables. Este rendimiento corresponde a 5,950 kilogramos de substancia seca.

Según Boussingault, cada quintal de materia seca de trébol corresponde a 83 kilogramos de raíces secas, y los despojos de todas clases dejados en el campo por la siega alcanzan el 15 por 100 de heno seco cosechado.

La composición media del heno seco es de 2'66 de nitrógeno, 0'58 de ácido fosfórico, 2'26 de potasa y 2'39 de cal.

Hemos hallado en la materia seca de las raíces del trébol 2'126 de nitrógeno, 0'24 de ácido fosfórico, 0'085 de potasa y 0'924 de cal.

Resulta, pues, que la producción de un quintal de heno desecado a 100^o, absorbe aproximadamente las siguientes cantidades de elementos nutritivos:

	Heno Kilogr.	Despojos Kilogr.	Raíces Kilogr.	Totales Kilogr.
Nitrógeno	2'66	0'40	1'76	4'82
Acido fosfórico	0'58	0'09	0'20	0'77
Potasa	2'26	0'34	0'07	2'67
Cal	2'39	0'36	0'77	3'52

En resumen, la cosecha que consideramos absorbe:

Nitrógeno	286 kilogramos
Acido fosfórico	46 —
Potasa	159 —
Cal.	209 —

Prescindiendo del nitrógeno, extraído en su mayor parte del aire, el trébol exige principalmente cal y potasa. Absorbe mucha más cantidad de cal y, por lo menos, la misma cantidad de potasa que un excelente trébol, pero no requiere tanto ácido fosfórico. Cuando el suelo es medianamente abundante en potasa asimilable, conviene recurrir al cloruro potásico. En las tierras de Eura-Loira, por lo general escasas de ácido fosfórico asimilable y poco calcáreas, los superfosfatos producen efectos muy favorables.

En nuestros campos de experimentación cultivamos trébol después de cebada, que había recibido, excepto las parcelas de prueba, 400 kilogramos de superfosfato a 15^o en las

parcelas n.º 2, y 400 kilogramos de superfosfato con 200 kilogramos de nitrato en las parcelas n.º 3. Los experimentos se repitieron en tres fincas, y rindieron por término medio:

	Sin abono	Segunda estercoladura	
		Superfosfato.	Superfosfato y nitrato
Trébol violado . . .	3,904 kg.	5,528 kg.	5,764 kg.
Trébol híbrido . . .	5,452 —	7,672 —	8,152 —
Antilida	7,508 —	8,400 —	8,263 —
Término medio.	5,621 kg,	7,200 kg.	7,393 kg.

La acción de los superfosfatos queda claramente manifestada en los rendimientos de las tres variedades de trébol considerada. El excedente medio de heno fué de 1,579 kilogramos.

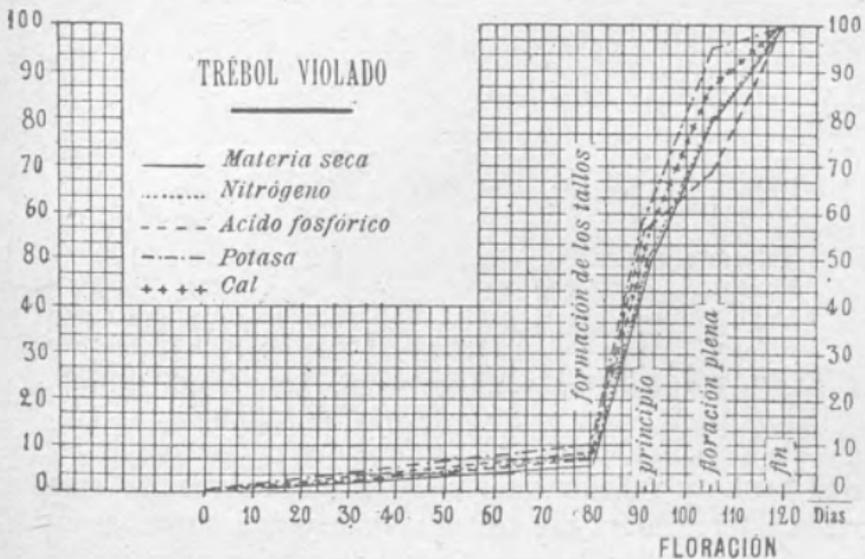


Fig. 82.—Proceso de absorción de los elementos nutritivos.

mos. En estos campos, donde se volcaron poco los tréboles, la agregación de nitrato no ha sido perjudicial a la cosecha siguiente de trébol, puesto que los excedentes son en toda la línea superiores que empleando superfosfato solo: 1,772 kilogramos contra 1,579.

Aunque el trébol no absorba gran cantidad de ácido fos-

fórico, desempeña un papel muy importante en la producción, porque durante el primer período de la vegetación lo absorbe con bastante avidez. En efecto, hasta la florescencia, según las investigaciones de Dietrich, transmitidas por Liebscher, la curva del ácido fosfórico es superior a la de la materia seca, de la cual diverge algún tanto. Las curvas de la potasa y de la cal permanecen por encima de la del ácido fosfórico, durando toda la vegetación, mientras que la del nitrógeno es sensiblemente paralela a la de la materia seca, excepto antes de la formación de los tallos. Esto explica que en los experimentos consignados anteriormente, el nitrato sódico empleado en la estercoladura de la cebada después de cultivado el trébol, influía favorablemente en el rendimiento.

El cuadro siguiente indica la marcha de la absorción de los elementos nutritivos en centésimas de máxima, según los términos medios dados por Dietrich:

	Formación del tallo	Principio de la floreescencia	Plena floreescencia	Final de la floreescencia
Duración del período.	80 días	12 días	13 días	15 días
	Por 100	Por 100	Por 100	Por 100
Materia orgánica	5'4	48'2	80'0	100'00
Nitrógeno	7'8	49'9	79'9	100'00
Acido fosfórico	7'7	56'5	67'7	100'00
Potasa	9'5	58'3	92'8	100'00
Cal.	8'2	56'8	87'6	100'00

De lo que antecede cabe inferir que en tierras de fertilidad media y suficientemente calcáreas, convendría emplear en la estercoladura del trébol violeta y de las plantas análogas, dosis medias de superfosfato equivalentes aproximadamente a 200 kilogramos por hectárea. En suelos pobres en ácido fosfórico, las dosis de superfosfato se aumentarán hasta 400 kilogramos.

Por otra parte, cuando los tierras sean pobres en potasa asimilable, se subsanará la escasez de esta materia fertilizante con 100 a 200 kilogramos de cloruro potásico.

ALFALFA

En nuestras regiones, la alfalfa sólo puede conservarse, y aun raramente, durante tres o cuatro años. Los rendimientos varían según las estaciones. Joulie ha estudiado este cultivo en las mejores granjas de Brie, y comprobó la producción siguiente de materia seca cosechada:

Primer año	5,000 kilogramos
Segundo año	7,250 —
Tercer año	5,488 —
Total en los tres años.	<u>17,738 kilogramos</u>

El producto medio anual de materia seca cosechada ascendió a 5,912 kilogramos; correspondiendo a 6,955 kilogramos de heno desecado al aire libre con un 15 por 100 de agua.

Según el promedio de los análisis practicados por el mismo autor, la materia seca contiene:

Nitrógeno	2'622
Acido fosfórico	0'770
Potasa	1'878
Cal.	2'883

Así es, que durante los tres primeros años de su vida, la alfalfa extrae del suelo, para formar el heno cosechado:

	Nitrógeno	Acido fosf.	Potasa	Cal
Primer año . .	131 kg.	38'5 kg.	94 kg.	144 kg.
Segundo año . .	190 —	55'8 —	136 —	209 —
Tercer año . .	144 —	42'3 —	103 —	158 —
Totales . .	<u>465 kg.</u>	<u>136'3 kg.</u>	<u>333 kg.</u>	<u>511 kg.</u>

Según esta producción media anual, el heno de alfalfa contiene 155 kilogramos de nitrógeno, 45'5 kilogramos de ácido fosfórico, 111 kilogramos de potasa y 170 kilogramos de cal. Por quintal de heno producido se extrajeron 2'228 kilogramos de nitrógeno, 0'654 kilogramos de ácido fosfórico, 1'596 kilogramos de potasa y 2'450 kilogramos de cal.

La alfalfa necesita también hallar en el suelo los elementos necesarios para formar las raíces, así como los correspondientes a los rastrojos y despojos, parte de los cuales se quedan en el suelo una vez extraído el heno. El peso de las raíces de alfalfa es bastante considerable. Gasparín cosechó en una hectárea de alfalfa 37,002 kilogramos de raíces, que, secadas al aire libre, contenían un 0'8 por 100 de nitrógeno. Esta alfalfa había producido durante los ocho años de su vida 64,000 kilogramos de heno. En un desmonte de alfalfa de cinco años, obtuvo Heuzé 30,000 kilogramos de heno seco, en los que encontró 20,000 de raíces con el 1 por 100 de nitrógeno. A una producción de 100 kilogramos de heno corresponderían 57 o 66 kilogramos de raíces.

Los otros despojos dejados en el henaje fueron apreciados en un 25 por 100 en henos obtenidos por Perrault de Jotemps, y solamente un 10 por 100 en los cosechados por Heuzé, dando como término medio un 18 por 100. Por lo tanto, cabe admitir que la producción total del alfalfal sería la siguiente en quintales de heno:

Heno con 15 por 100 de agua	100 kilogramos	
Despojos de diferentes clases con 15 por 100 de agua	18	—
Raíces con 58 por 100 de agua	62	—

En unas raíces de alfalfa, procedentes de un desmonte de Beaucé, hallamos el 58'15 por 100 de agua; por otra parte, el análisis de la materia seca nos dió el resultado siguiente:

Nitrógeno	1'663
Acido fosfórico	0'306
Cal	1'329
Potasa	0'134

De la dosis de nitrógeno, podemos inferir que las raíces cosechadas por Gasparín contenían un 52 por 100 de agua y las de Heuzé el 40 por 100. En cuanto a los despojos dejados en el suelo, les asignaremos la misma composición que al heno.

Según estos datos, podemos admitir que por cada

100 kilogramos de heno de alfalfa cosechada correspondería una producción de materia seca de 12'6 kilogramos refiriéndonos a los despojos secos, y de 33'5 kilogramos comprendiendo las raíces. Sentado esto, podemos calcular la cantidad de principios fertilizantes extraídos por la alfalfa: 1.º, por quintal de heno cosechado; 2.º, por la cosecha media que ya hemos indicado:

1.º *Por ciento de heno cosechado:*

	Heno Kilogr.	Despojos Kilogr.	Raíces Kilogr.	Totales Kilogr.
Nitrógeno	2'228	0'295	0'557	3'080
Acido fosfórico	0'654	0'097	0'103	0'854
Potasa	1'596	0'230	0'045	1'871
Cal	2'450	0'396	0'445	3'291

2.º *Por 6,955 kilogramos de heno:*

Nitrógeno	214'2	kilogramos
Acido fosfórico	59'4	—
Potasa	130'1	—
Cal.	228'9	—

Vemos que la alfalfa se distingue por el gran consumo de cal. La cantidad de potasa que consume es algo inferior a la que necesita una buena cosecha de candeal; además, consume tanto menos ácido fosfórico cuanto más nitrógeno absorbe. Pero ya sabemos que este último tiene un origen distinto, y no debe preocuparnos esta cuestión desde el punto de vista práctico tratándose de leguminosas. Aun no hemos podido estudiar la marcha de la absorción ni el trabajo radicular de esta planta. A falta de estos datos, nos fundaremos en nuestros experimentos de cultivo para juzgar las necesidades de abono.

En el campo experimental de Cloches, en un suelo pobre en ácido fosfórico y en potasa asimilable, hicimos ocho cosechas de alfalfa, y obtuvimos por término medio y con distintos abonos, los siguientes excedentes:

	Quintales
I. Estercoladura mixta.	13'35
II. Estiércol solo (en principio de amelga) . . .	17'20
III. Abono completo a base de fosfato natural. . .	10'40
IV. Abono completo a base de superfosfato . . .	15'25
VI. Abono sin potasa	11'80
VII. Abono completo (sin yeso)	13'66
VIII. Abono sin ácido fosfórico.	— 0'50
IX. Abono sin nitrógeno.	15'30
Término medio de IV y VII	14'45
Término medio de IV, VII y IX	14'73

El gráfico (fig. 83) demuestra palpablemente estas diferencias.

De estos experimentos, resulta:

1.º Que el mayor excedente de cosecha se obtuvo con estiércol de granja a la dosis de 30,000 kilogramos cada tres años. Conviene advertir que el estiércol de Cloches es notable por su abundancia en ácido fosfórico, potasa y nitrógeno. El estiércol solo produjo un excedente de 17'2 quintales; el abono completo nitrogenado, 14'45 quintales; el abono mineral sin nitrógeno, un excedente de 15'30 quintales. A la leguminosa no le faltaron elementos minerales en la parcela II, pero las IV, VII y IX dispusieron, además, de sustancias húmicas, que, según Dehérain, favorecen mucho el desarrollo de las leguminosas.

2.º Gracias al empleo de abonos minerales exclusivos, se obtuvieron rendimientos iguales, por no decir superiores, a los obtenidos empleando abono completo. El nitrógeno, según todos los síntomas, no conviene al abono de los alfalfares.

3.º El ácido fosfórico y la potasa, por el contrario, son elementos indispensables en la explotación de los prados artificiales, de los terrenos de Cloches y tierras análogas. En efecto, suprimiendo la potasa, el excedente desciende a tres quintales, y suprimiendo el ácido fosfórico no hay excedente de rendimiento.

4.º El fosfato mineral es menos eficaz que el superfosfato en el cultivo de prados artificiales. La substitución de este último por el primero, disminuye los excedentes de

cosecha a 4 quintales. Si se admite que la acción del ácido fosfórico soluble en el agua y el citrato es igual á 100 en este caso, la del ácido fosfórico insoluble sólo llega a 70.

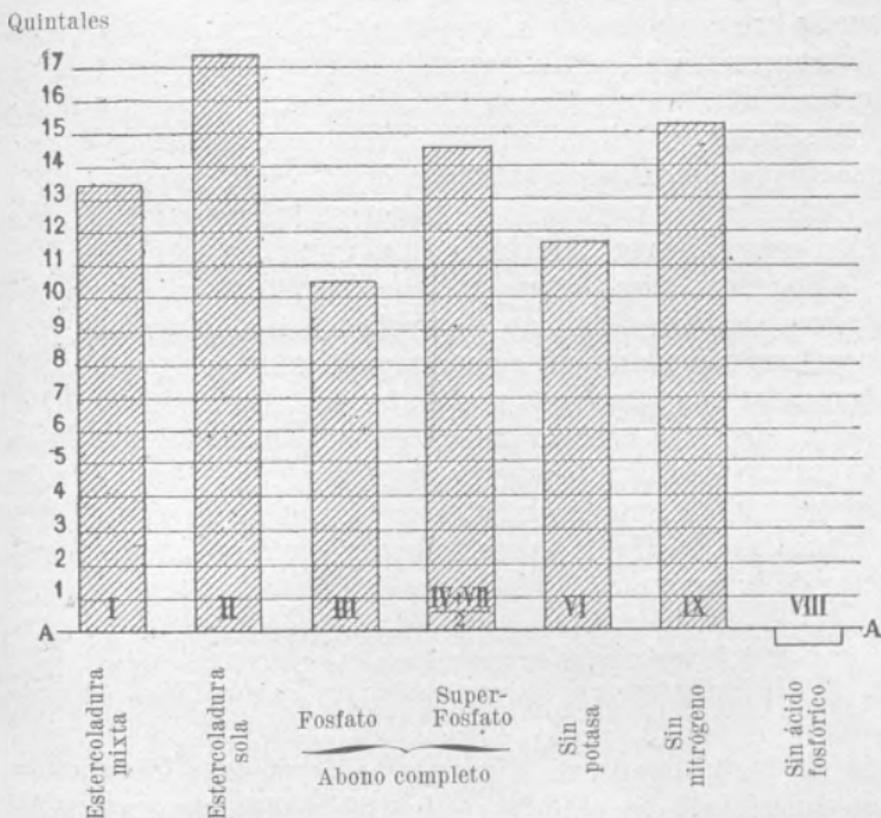


Fig. 83.—Acción de los abonos en la alfalfa.

En el campo experimental de Bonneval, Singlas pesó nueve cosechas de alfalfa durante cuatro años consecutivos, y comprobó los siguientes excedentes:

Treatment	Yield (Quintales)
II. Estercol solo	6.4
III. Estercoladura mixta	7.4
IV. Abono completo	18.8
V. Abono sin potasa	1.0
VI. Abono sin nitrógeno	12.6
VII. Abono sin ácido fosfórico	12.9

El suelo del campo de Bonneval era pobre en potasa, y en todas las parcelas, excepto la VII, faltaba ácido fosfórico asimilable. Las parcelas II y III se beneficiaron con los restos de las estercoladuras anteriores; la III recibió, además, media estercoladura de abono completo. A la parcela IV se le proporcionaron 400 kilogramos de superfosfato, 200 kilogramos de cloruro potásico y 100 kilogramos de nitrato sódico. En las parcelas de abonos incompletos las dosis de elementos fueron las mismas que en la parcela IV.

En esta tierra el efecto de la potasa fué muy notable. El nitrógeno en cortas dosis no resultó inútil.

Podemos, pues, inferir de lo expuesto, que en los suelos pobres en ácido fosfórico y en potasa asimilable, debe preponderar especialmente la potasa y el fósforo en el abono de la alfalfa. Lo mismo dijimos al tratar de la habichuela y de la judía. En estos casos, también es muy útil una corta dosis de nitrato sódico al comienzo de la vegetación, aunque sólo recomendamos su empleo en casos excepcionales. En tierras de mediana fertilidad, se anticiparán por cada año de duración de la pradera:

200 kilogramos de superfosfato al 14 por 100;
100 kilogramos de cloruro potásico al 50 por 100.

En los suelos pobres convendrá esparcir 300 kilogramos de superfato o de escorias y de 150 a 200 kilogramos de cloruro. Si se trata de un alfalfar que haya de durar tres años, estas cantidades habrán de triplicarse. En el momento de la siembra se enterrará todo el abono fosfatado junto con la tercera parte del abono potásico; las otras dos terceras partes se repartirán en coberteras en las primaveras de los años respectivos.

PIPIRIGALLO

La cantidad probable de elementos nutritivos que absorben 100 kilogramos de heno de esparceta cosechado, puede estimarse en la siguiente:

	Heno Kilogr.	Despojos Kilogr.	Raíces Kilogr.	Totales Kilogr.
Nitrógeno	2'00	0'30	0'55	2'85
Acido fosfórico	0'47	0'07	0'10	0'64
Potasa	2'40	0'27	0'04	2'71
Cal	1'48	0'22	0'44	2'14

Para producir 5,000 kilogrames de heno como promedio anual, absorbe la planta, aproximadamente:

Nitrógeno	143 kilogramos
Acido fosfórico	32 —
Potasa	135 —
Cal	107 —

Las exigencias del pipirigallo o esparceta son menos considerables que las del trébol y de la alfalfa. Dejando aparte el nitrógeno, los elementos que en mayor cantidad consume son la potasa y la cal. La absorción del ácido fosfórico es relativamente poco considerable. Pero estaríamos en un error si de ello indujéramos que el pipirigallo es poco sensible a los abonos fosfatados. Efectivamente, en Gas, en un suelo bastante pobre en ácido fosfórico total (0'5 gramos por kilogramo), Ovidio Benoist sembró pipirigallo con cebada, aplicando como única estercoladura 300 kilogramos de superfosfato al 14 por 100 por hectárea. Al año siguiente obtuvo los siguientes rendimientos de heno seco por hectárea:

Sin superfosfato	36 quintales
Con superfosfato	51 —
Excedente	15 quintales

Precisa, pues, dar a esta forrajera, un abono de 200 kilogramos aproximadamente de superfosfato cuando se trata de suelos de mediana fertilidad, y en suelos pobres en ácido fosfórico habrá que llegar hasta los 300 o 400 kilogramos. No debe vacilarse en el empleo de cloruro potásico a la dosis de 100 a 200 kilogramos en suelos que contengan menos de 0'20 de potasa asimilable. Por último, si se observa disminución de rendimiento, se repartirán en cobertera nuevas dosis de abono al tercer año de cultivo.

XI.—ESTERCOLADURA DE LOS PRADOS NATURALES

PRADERAS

Los rendimientos de los prados naturales son sumamente variables. Según la estadística decenal de 1882, los prados de regadío producen por hectárea 37'20 quintales, y los que son de secano solamente el 31'25. Pero el cultivador progresista no se contenta con tan escasos rendimientos. Una debida organización de los prados y de los riegos en los lugares en donde se dispone de agua, y el aporte de abonos en todos los casos, permite esperar de los prados rendimientos por lo menos de 50 a 70 quintales. Para la apreciación de las cantidades de abono que deben proporcionarse, hay que contar con la mayor cantidad posible de rendimientos que se quieren obtener. Nos basaremos para nuestros cálculos en una producción de 70 quintales de heno seco por hectárea.

Un quintal de heno, con 15 por 100 de agua, contiene:

Nitrógeno	1'86 kilogramos
Acido fosfórico	0'50 —
Potasa	2'21 —
Cal	1'24 —

De esto se infiere que la cosecha de heno extrae anualmente del suelo:

Nitrógeno	130 kilogramos
Acido fosfórico	35 —
Potasa	155 —
Cal	87 —

No obstante, estas cifras son inferiores a la realidad, pues deben tenerse en cuenta los elementos correspondientes a los residuos o mermas que caen al suelo durante la siega, y las de los rastrojos y de las raíces. Estas cantidades permanecen en el suelo y, al descomponerse, contribuyen a la alimentación de los prados.

Por lo tanto, una abundante cosecha de heno exige apro-

ximadamente la misma cantidad de nitrógeno, potasa y cal que una buena cosecha de trigo, y menor cantidad de ácido fosfórico.

La acción de los abonos de los prados es muy notable, como puede comprobarse en los estudios de Lawes y Gilbert. Estos eminentes agrónomos estudiaron en Rothamsted la acción de diferentes abonos en varios prados permanentes, comprobando no sólo la influencia de la estercoladura en los rendimientos, sino también la de la naturaleza de los principios fertilizantes en el desarrollo de las diversas especies de plantas que forman los céspedes de los prados. Tratemos ahora de resumir sus principales conclusiones:

Diversas clases de abono	Rendimiento medio durante 18 años Quintales
a. Sin abono.	27'46
b. 439 kilogramos de superfosfato.	27'19
c. 439 kilogramos de superfosfato y 448 kilogra- mos de sales amoniacales	44'09
d. 448 kilogramos de sales amoniacales	34'52
e. 336 kilogramos de sulfato potásico	44'57
112 kilogramos de sulfato sódico	
112 kilogramos de sulfato magnésico	
439 kilogramos de superfosfato.	
f. Como e, más 448 kilogr. de sales amoniacales.	65'54
g. Como e, más 616 kilogramos de nitrato	72'03
h. 626 kilogramos de nitrato solo	45'56
k. Como e, más 308 kilogramos de nitrato	59'79
l. 318 kilogramos de nitrato solo	43'62
m. 35,000 kilogramos de estiércol durante 7 años.	53'52
n. 35,000 kilogramos de estiércol, más 224 kilo- gramos de sales amoniacales.	61'28

Del cuadro anterior deducimos las siguientes enseñanzas:

1.º Los superfosfatos solos únicamente producen excedentes de cosecha insignificantes: 29'19—27'47=1'73 (*a y b*);

2.º Las sales amoniacales solas indican notable aumento de rendimiento: 7'06 quintales (*a y d*); lo mismo ocurre con el nitrato sódico: 17'1 quintales (*a y h*);

3.º La mezcla de superfosfatos y de sales amoniacales proporcionan notables aumentos de rendimiento, comparati-

mente con los obtenidos en suelos sin abono o sólo abonados con sales amoniacales. Los excedentes de cosecha en relación con un suelo sin abono fueron 16'63 quintales (*a* y *c*), o sean 9'57 quintales más que el determinado por el amoníaco solo (*c* y *d*);

4.º La mezcla de abonos minerales (*e*), de ácido fosfórico, potasa y magnesia, sin nitrógeno, proporcionaron un excedente considerable: 17'11 quintales;

5.º Los mayores excedentes se obtuvieron con abonos minerales (*e*) mezclados con nitrógeno soluble:

	Excedentes Quintales
Abono mineral y nitrógeno amoniacal.	37'98
Abono mineral y nitrógeno nítrico	44'57

6.º La buena influencia de la potasa (fig. 84) en los rendimientos resalta claramente si se comparan las parcelas (*c* y *f*). El excedente de la cosecha en la parcela que recibió potasa, en comparación con la otra, fué de 20'35 quintales;

7.º El estiércol de granja aplicado continuamente aumentó notablemente el rendimiento, sin llegar al proporcionado por el abono comercial completo. Se notan profundas modificaciones en la índole de la hierba de prado según el abono;

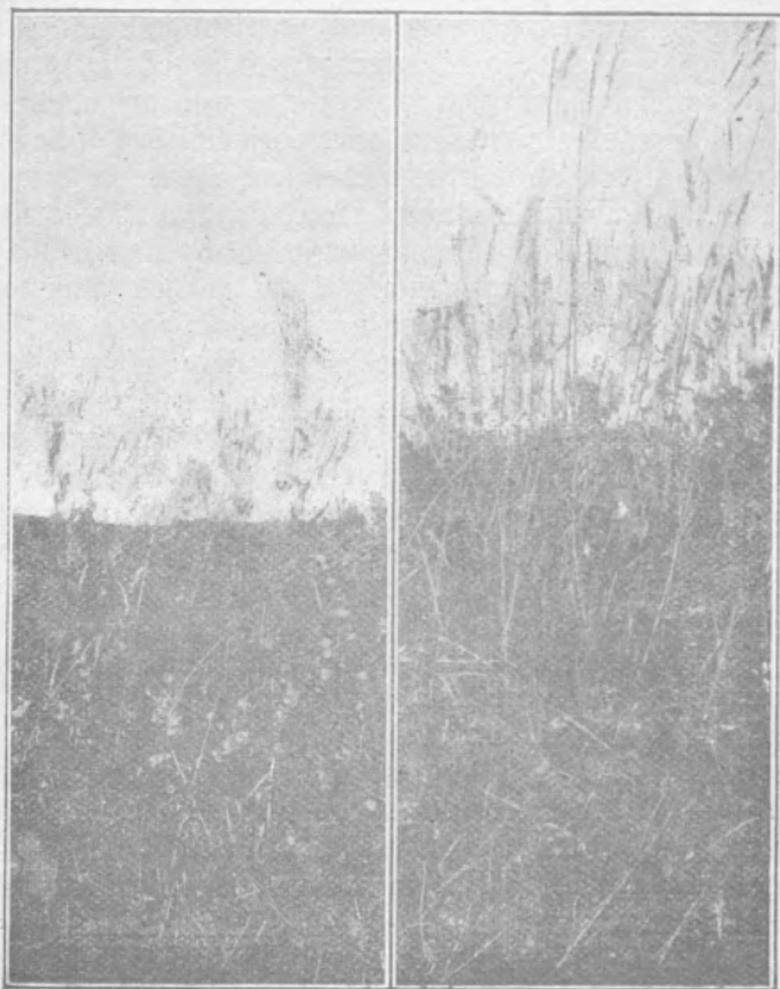
8.º La hierba de la parcela sin abonar contiene por 100:

- 74 de gramíneas;
- 7 de leguminosas;
- 19 de diversas especies.

Predominan las fetucas y avenas. La cosecha es homogénea, pero corta, poco abundante en tallos, verde y de siega tardía;

9.º El abono mineral mixto (*e*) no produjo sensible aumento en el número de gramíneas, disminuyó sus rendimientos, así como el de las especies accesorias; *pero aumentó la producción total por hectárea y la proporción de las leguminosas*, sin predominio de ninguna gramínea. La tendencia al desarrollo de los tallos y de las semillas fué mucho más señalada que en las parcelas sin abono;

10.º *Las sales amoniacaes solas aumentan la proporción y número de gramíneas, sin apenas influir en el de las leguminosas, y en detrimento de otras plantas, algunas*



Abonos fosfatados.

Abonos fosfatados
y 200 kil. de sulfato de potasa.

Fig. 84.—Mejoramiento de la flora de los prados por los abonos potásicos.

de las cuales, como el rumex, el comino y la aquilea, adquieren gran desarrollo. Las gramíneas conservan entre sí la misma proporción que en las parcelas sin abono, excepto la

fetuca y el agrostis que predominan. Las hojas del pie se desarrollan y retardan su madurez;

11.º El nitrato sódico solo ejerce la misma acción que las sales amoniacales; pero favorece el nacimiento de vulpino de pradera. La hierba queda más provista de hojas que de tallos; adquiere color verde oscuro, pero queda menos madura. Las leguminosas parecen ser algo más abundantes, y son más frondosas ciertas especies perjudiciales; el llantén, la centáurea, la aquilea, el ranúnculo y el diente de león;

12.º Los abonos minerales mezclados con abonos nitrogenados aseguran el máximo rendimiento y dan la mayor proporción de gramíneas con respecto a un corto número de especies. Puede decirse que las leguminosas y las otras plantas han desaparecido. La cosecha, frondosa, abundante en tallos y en hojas, acelera la madurez de modo más visible que con abonos nitrogenados solos. Las plantas dominantes son las más voluminosas; en primer lugar, el dátilo pelotonado y el forraje común; en segundo lugar, las avenas, la grama, la cizaña y la hulca lanosa. De las gramíneas proscritas deben citarse las fetucas, la avena descollada, el vulpino y la bromelia;

13.º El estiércol provoca el nacimiento de algunas plantas perjudiciales: la acedera, el comino, el ranúnculo, etc., y sacrifica las leguminosas. Favorece el forraje y la bromelia a costa de las fetucas, de las avenas, de la grama, de la cizaña y de la avena descollada. La cosecha resulta muy voluminosa, tiene sencilla composición y se halla provista de hojas y tallos, pero deja mucho que desear en cuanto a finura y homogeneidad;

14.º Los abonos nitrogenados solos, o mezclados, aunque se tenga en cuenta la acción menos señalada del nitrato, excluyen las leguminosas; mientras que los abonos minerales, potásicos y fosfóricos, favorecen las plantas de esta familia;

15.º Cualesquiera que sean los abonos empleados, no influyen en el número de especies vegetales; y el desarrollo de las plantas perjudiciales, excepto algunas de ellas, queda impedido con el empleo de estiércoles;

16.º El valor nutritivo de los forrajes obtenidos en las diferentes parcelas por la eficacia de los diferentes abonos, resalta en el cuadro siguiente, que indica la dosis bruta por 100 de proteína en los henos cosechados:

Sin abono	8'82 por 100
Sales amoniacales solas	10'39 —
Abono mineral.	8'82 —
Abono mineral y sales amoniacales	10'77 —
Estiércol y sales amoniacales.	8'00 —
Estiércol solo	7'43 —

17.º Si se compara el porcentaje de valor nutritivo con el rendimiento por hectárea, se obtienen las siguientes cifras, que representan el producto por hectárea de materia nitrogenada nutritiva:

Sin abono	242 kilogramos
Sales amoniacales solas	359 —
Abono mineral	365 —
Abono mineral y sales amoniacales.	705 —
Estiércol y sales amoniacales	490 —
Estiércol solo	398 —

El abono completo (*f*) proporciona mayor cantidad de materia nutritiva por hectárea.

Pasemos ahora a las principales conclusiones prácticas que pueden deducirse de todo lo que antecede, teniendo en cuenta que ningún procedimiento para provocar aumentos temporales en la fertilidad de los prados, excusan los recursos permanentes de las enmiendas calcáreas (encaladuras, empleo de margas), el drenaje y los riegos.

Para fertilizar no pueden recomendarse los huesos más que en ciertos prados muy empobrecidos.

Las plantas forrajeras agotan los álcalis del suelo, y a causa del crecido coste de las sales potásicas, sólo algunas veces pueden restituirlos económicamente los abonos comerciales. Desde este punto de vista, los estiércoles y los abonos humanos tienen la ventaja de proporcionar a un mismo tiempo potasa y otros elementos minerales, así como cantidades más o menos considerables de nitrógeno asimilable.

El guano del Perú será también uno de los mejores abo-

nos para los prados, porque suministra fosfato y nitrógeno, mientras que las sales amoniacales y el nitrato sólo proporcionan nitrógeno. El inconveniente en su empleo es su elevado precio y la falta de análisis garantida, por lo que su uso en la práctica es muy limitado. Resultan mucho más económicas mezclas de partes iguales de sulfato amónico y nitrato sódico, con adición de superfosfatos.

En resumen: el estiércol de granja asegura la restitución completa de los elementos extraídos del suelo por las cosechas forrajeras. Es cierto que su acción es más lenta que la de los otros abonos, pero es más duradera. Finalmente, también es muy ventajoso por los aportes de nitrógeno y por que ayuda al crecimiento de varias especies; por otra parte, la mejora de las hierbas es otro efecto del empleo de los abonos. Se estercolará, por ejemplo, cada cuatro o cinco años con estiércol de granja, y en los intervalos se empleará una mezcla apropiada de abonos comerciales: nitrato sódico, sulfato amónico y superfosfato. Con este procedimiento aumentará notablemente la producción y al propio tiempo mejorará la calidad de la hierba. El empleo de los abonos fosfatados es asimismo favorable a la precocidad.

De los experimentos de Lawes y Gilbert, como ya demostramos en la *Introducción*, resulta que el empleo de los abonos, y especialmente del nitrato sódico, atenúa considerablemente los perniciosos efectos de la sequedad en los prados.

En cuanto a las cantidades de cada materia fertilizante que hay que emplear en los suelos de fertilidad media, aconsejamos de 250 a 300 kilogramos de nitrato sódico, 200 a 300 kilogramos de escorias de desfosforación y 100 kilogramos de cloruro potásico por hectárea. En suelos ácidos, ante todo conviene encalar la tierra a dosis regular. Si los prados abundan en nitrógeno, como suele suceder, gracias al enclamiento y a las escorias de desfosforación debidamente empleadas, podrá disminuirse y aun suprimirse por completo el nitrato sódico, sobre todo en los prados turbosos, donde casi siempre faltan potasa y ácido fosfórico. Se aplicarán de 150 a 250 kilogramos de cloruro potásico y de 400 a 500 kilogramos de escorias.

En las tierras destinadas a herbajes y pastos, son difíciles de evaluar las cantidades de materias fertilizantes extraídas del suelo, que no le restituyen las deyecciones de los animales.

En los herbajes pacidos por animales adultos se encontraron, según Joulie, de 60 a 100 kilogramos de nitrógeno extraídos por hectárea. Las otras materias minerales serían restituidas integralmente por las deyecciones. Para mantener la fertilidad del suelo no precisa, pues, suministrar abonos fosfatados ni potásicos en suelos de mediana fertilidad. En cuanto al nitrógeno, quedará de sobra restituído por la absorción que realizan en la atmósfera las leguminosas. Sin embargo, para asegurar la debida utilización de las reservas de este elemento así obtenido, sería preciso favorecer la nitrificación mediante aportes de elementos calizos, que, rastrillados, se incorporarán a las tierras. Cuando los herbajes pacidos son pobres en ácido fosfórico y en potasa, convendrá proporcionar a los suelos estos elementos, teniendo en cuenta las cantidades que de ellos extraen las cosechas. Se harán aportes de escorias y de cloruro potásico, que a la vez mejorarán la cantidad y calidad de la hierba.

Cuando las vacas de leche pacen los herbajes, la extracción de nitrógeno del suelo no es inferior; pero los otros principios fertilizantes no quedan restituídos integralmente. El herbaje pierde ácido fosfórico y potasa, aunque en corta cantidad, bastando en los suelos pobres, como es el caso precedente, suministrar una corta dosis de escorias y de sales potásicas.

Por último, en los herbajes destinados a animales de cebo, las pérdidas de fertilizantes son mucho más considerables, pues exceden de 100 kilogramos con respecto del nitrógeno, la misma cantidad de potasa y de 25 a 30 kilogramos de ácido fosfórico. Por consiguiente, deberán tratarse estas tierras, poco más o menos, como los prados guadañados, con la completa seguridad de que, además de mejorar el suelo, quedará favorecido el ganado.

XII. -- ABONOS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y OLEAGINOSAS

LINO

Una cosecha de lino de Riga con una producción por hectárea de 8,330 kilogramos de materia seca, incluyendo las partes aéreas y subterráneas, extrae del suelo, según nuestras investigaciones:

Nitrógeno	180 kilogramos	
Acido fosfórico	103	—
Potasa	128	—
Cal	153	—

El lino exige más nitrógeno, ácido fosfórico y cal, y algo menos potasa que una buena cosecha de trigo candeal.

El examen de la absorción de los elementos nutritivos (figura 85) y el estudio del trabajo radicular completarán este primer tanteo. A continuación damos los resultados de nuestros experimentos sobre el particular:

1.º *Marcha de la absorción de los elementos nutritivos en centésimas de máxima*

	I 25 junio	II 22 julio Floración	III 2 septiembre Madurez
Siembra el 27 mayo	Por 100	Por 100	Por 100
Materia seca formada . .	13'50	74'97	100'00
Nitrógeno absorbido. . .	23'36	100'00	82'83
Acido fosfórico absorbido.	11'72	72'57	100'00
Cal absorbida	17'66	100'00	85'04
Potasa absorbida	19'12	87'58	100'00

2.º *Trabajo radicular medio*

	Desde la brotación al 25 junio	Del 25 junio al 22 julio	Del 22 julio al 2 septiembre
Duración del período . .	20 días	27 días	42 días
	Miligramos	Miligramos	Miligramos
Nitrógeno.	12'17	11'88	0'00
Acido fosfórico.	3'40	5'26	1'15
Cal	7'80	10'82	0'00
Potasa	7'08	7'54	0'66
Totales.	30'45	35'50	1'81

Resulta evidente que durante el mes precedente a la flor escencia necesita el lino mayor cantidad de alimento. En este corto espacio de tiempo absorbe el 77 por 100 de nitrógeno total; el 61 por 100 de ácido fosfórico; el 83 por 100 de cal, y el 68 por 100 de potasa, elaborando solamente el 71 por 100 de substancia seca.

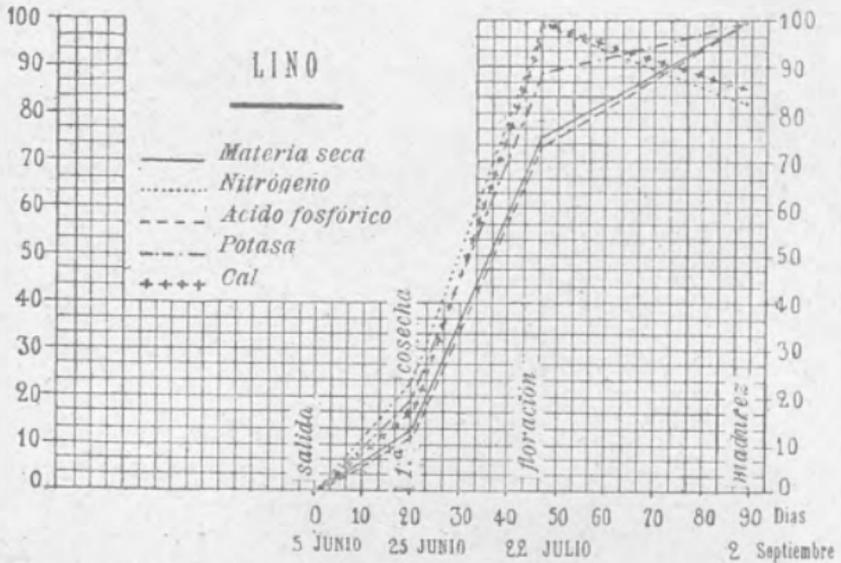


Fig. 85.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

En este período el trabajo radicular alcanza su máxima actividad, la cual es relativamente considerable.

Durante el mes siguiente, anterior a la madurez, la planta sólo forma el 25 por 100 de materia seca, absorbiendo el 27 por 100 de ácido fosfórico y el 12 por 100 de potasa.

En esta época se efectúa especialmente un trabajo de organización. La actividad radicular comparativamente con la del período anterior desciende a 1/19.

De esto se deduce que el lino debe estar colocado en condiciones tales y en suelos que le permitan absorber muy rápidamente los elementos nutritivos, ya que es planta muy exigente, que en corto período de tiempo ha de absorber los abundantes materiales que extrae del suelo. El convencimiento respecto a este punto es completo cuando se considera que

el desarrollo relativo de las raíces no excede del 9 por 100 del de las partes aéreas en el momento de la florescencia.

De estas observaciones cabe inferir que el abono destinado al lino ha de estar constituido por elementos muy asimila-



Fig. 86.—Sin escorias.

bles. Fijándonos en la marcha de la absorción, observamos que hasta la florescencia está la planta más necesitada de nitrógeno, luego de cal y después de potasa. El consumo de ácido fosfórico es bastante regular durante todo el transcurso de la vegetación. En este cultivo debe tenerse en cuenta no sólo el desarrollo general de la planta, sino especialmente

la producción y calidad de estopa, que es el principal objeto que se persigue. También se debe tener en cuenta el rendimiento de semilla. Para esclarecer este punto conviene anotar las conclusiones de León Lacroix en sus experimentos

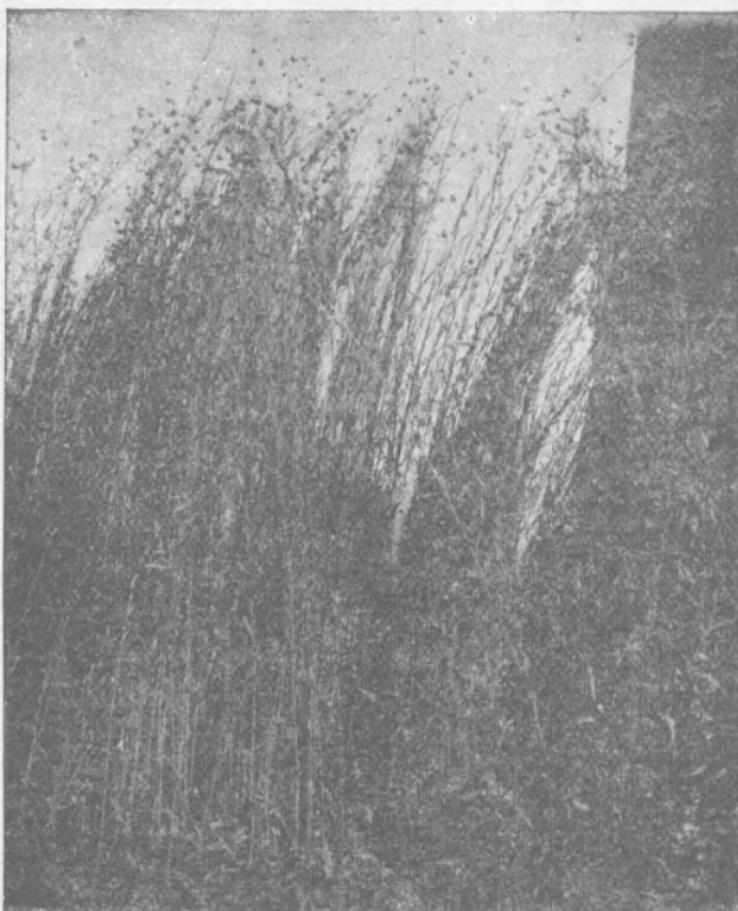


Fig. 87.—Con escorias Thomas, marca «Etoile».

durante varios años, los cuales le dieron siempre resultados concordantes:

«1.^o En el cultivo del lino los abonos fosfatados y potásicos son necesarios y determinan aumentos considerablemente de estopa y semillas (fig. 86);

»2.^o Los abonos nitrogenados aumentan considerable-

mente el peso en bruto de la cosecha, sin que proporcionalmente influyan en los aumentos de estopa;

»3.º La estopa obtenida con el concurso de los abonos potásicos y fosfóricos resulta fina y de buena calidad, mientras que si sólo está influida por los abonos nitrogenados resulta basta y de calidad muy inferior.»

Confirman la certeza de estas conclusiones las cifras siguientes extraídas del cuadro general que resume los resultados numéricos de los experimentos de León Lacroix:

	Cosecha seca	Estopa	Semilla
Sin abono	2,000 kilogr.	460 kilogr.	450 kilogr.
400 kilogramos de cloruro potásico	3,600 —	720 —	550 —
Fosfato óseo (800 kilogr.)	3,200 —	740 —	550 —
Nitrato sódico (600 kilogr.)	4,000 —	700 —	550 —
Nitrato sódico, cloruro y fosfato	4,000 —	720 —	625 —

Podríamos añadir más cifras, pero como están de acuerdo con todos los demás datos, nos parecen suficientes para justificar las proposiciones enunciadas.

El mismo autor da los siguientes consejos prácticos: «Por lo regular, es buena costumbre abonar la cosecha que precede al lino, y conviene que sea de cereales y entre éstos la avena, por agotar menos el suelo. Los abonos a base de potasa y ácido fosfórico son los más convenientes; las cantidades dependen del estado de fertilidad de las tierras. ¿Deben proibirse los abonos nitrogenados? No, aunque no se necesitan muchos. Conviene proporcionar nitrógeno en forma muy asimilable (nitrato); porque favorece la germinación y el crecimiento rápido del lino en la primera fase de su desarrollo; no obstante, no se debe abusar de este elemento porque acrecentaría la vegetación herbácea de la planta, y lo único valioso en ella es la estopa. La potasa y el ácido fosfórico son las materias más apropiadas a este fin, y por lo mismo las que más importa proporcionar a la planta en los límites señalados por la experiencia.»

Por lo que se refiere a la manera de emplear los abonos, debe tenerse presente que el lino emite raíces verticales que

penetran profundamente en el suelo. Conviene, pues, que los abonos queden a profundidades suficientes. Los estiércoles se entierran antes del invierno, al mismo tiempo que los superfosfatos y las sales potásicas. Los abonos nitrogenados complementarios se habrán de esparcir en primavera a dosis variables, teniendo en cuenta la fertilidad de los suelos y la importancia de cosechas precedentes.

En las tierras de mediana fertilidad, donde se haya cultivado avena, si no hubiesen sido estercoladas, se emplearán de 75 a 100 kilogramos de nitrógeno, 60 kilogramos de potasa y 50 kilogramos de ácido fosfórico. Se aumentarán las dosis de potasa y ácido fosfórico si los suelos son pobres. En cuanto al nitrógeno, advertiremos que sería un error cultivar lino en suelos pobres de esta substancia.

El nitrógeno podrá parcialmente ser incorporado mediante empleo de tortas de colza o de cualquier otra semilla oleaginosa, que deberán enterrarse a principios de primavera. Al propio tiempo se empleará nitrato sódico mezclado por mitad con sulfato amónico. La potasa podrá darse en forma de sulfato o bien con cenizas de madera; y en cuanto al ácido fosfórico se dará preferencia a los superfosfatos.

CÁÑAMO

Tomando por base la cosecha de un campo de trescientas plantas por metro cuadrado, comprobamos que, incluso las raíces, una hectárea de cáñamo contiene las siguientes cantidades de elementos nutritivos:

Nitrógeno	114 kilogramos
Acido fosfórico	95 —
Potasa	148 —
Cal.	345 —

Por consiguiente, el cáñamo necesita encontrar en el suelo mayor cantidad de cal y de ácido fosfórico, con iguales proporciones de nitrógeno y potasa, que una buena cosecha de trigo. Como su vegetación es rápida, se comprende fácilmente que necesita suelos fértiles para medrar.

Hemos determinado la marcha de la absorción de los elementos nutritivos y el proceso del trabajo radicular. Los cuadros siguientes sintetizan los resultados:

1.º *Marcha de la absorción de los elementos nutritivos en centésimas de máxima*

	59.º día de la brotación	Florescencia 100.º día	Madurez 149.º día
Materia seca formada . . .	66.13	100.00	93.65
Nitrógeno absorbido. . . .	100.00	91.03	84.69
Acido fosfórico absorbido.	48.26	100.00	91.48
Potasa absorbida	100.00	88.20	55.48
Cal absorbida	70.43	100.00	74.04

2.º *Trabajo radicular medio*

	Desde la brotación al 59.º día Miligramos	Del 59.º día al 100.º día Florescencia Miligramos	Del 100.º día al 140.º día Madurez Miligramos
Nitrógeno.	2.14	0.00	0.00
Acido fosfórico.	0.86	0.61	0.00
Potasa	2.78	0.00	0.00
Cal.	4.57	1.29	0.00
Totales.	10.35	1.90	0.00

El examen de la curva de absorción (fig. 88) demuestra que el cáñamo está ávido de nitrógeno, de potasa y de cal, especialmente durante los dos primeros meses de su crecimiento. En este corto período asimila todo el nitrógeno y la potasa, prosiguiendo en la absorción del ácido fosfórico y de la cal hasta la florescencia. Calculando su trabajo radicular se corroboran estos extremos. En los dos primeros meses las raíces tienen que realizar un trabajo de absorción diario, por lo menos cinco veces mayor durante este período que en el siguiente. Esto es prueba evidente de que el cáñamo necesita suelos muy provistos de elementos asimilables desde el comienzo de la vegetación.

En un suelo de mediana fertilidad convendrá abonar con 300 a 400 kilogramos de superfosfato al 15 por 100; 250 a 350 kilogramos de nitrato sódico y 150 kilogramos de cloruro potásico.

Más ventajosa puede resultar una estercoladura mixta, enterrando antes del invierno 20,000 kilogramos de estiércol de granja muy descompuesto, y antes de la siembra la mitad de las dosis de los indicados abonos químicos.

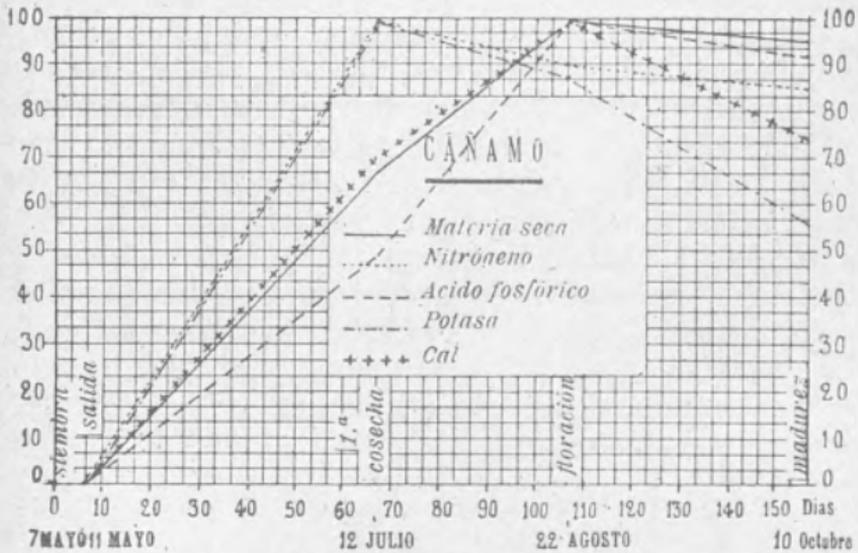


Fig. 88.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

En suelos pobres en ácido fosfórico y potasa se aumentarán las cantidades de estos elementos, teniendo en cuenta la falta de ellos en el suelo, pudiendo llegar hasta 600 kilogramos de superfosfato y 300 kilogramos de cloruro potásico por hectárea.

ADORMIDERA

La adormidera rinde por término medio unos 1,500 kilogramos de semilla con 3,300 kilogramos de paja por hectárea. En estas condiciones, la planta extrae del suelo el mínimo de alimentos que se expresan a continuación:

Nitrógeno	65 kilogramos
Acido fosfórico	37 —
Potasa	78 —

A pesar de la gran cantidad de potasa consignada, no estimamos necesario, en términos generales, introducir este

elemento al estercolar tierras bien cultivadas, excepto cuando falte esta base en el suelo y en el subsuelo. Nuestro sabio colega de Arras, Pagnoul, ha reconocido experimentalmente que la supresión de la potasa no influye sensiblemente en el rendimiento de la adormidera.

El ácido fosfórico y el nitrógeno desempeñan un papel muy importante en la producción de esta planta. Según los experimentos de Pagnoul, se le deben proporcionar grandes dosis de superfosfato; también exige mucho nitrógeno, especialmente en el último período de vegetación. En este cultivo conviene dar tan sólo el nitrógeno necesario, prefiriendo el nitrato sódico al efectuar la siembra, con lo que se satisfacen las primeras necesidades de desarrollo; después pueden emplearse los tortones, la sangre desecada o cuernos tostados, que al final de la vegetación proporcionan el necesario nitrógeno.

Por lo tanto, el abono mejor adecuado a la adormidera parece ser el siguiente:

Nitrógeno nítrico	20 kilogramos
— orgánico	25 —
Acido fosfórico.	60 —

Estos principios fertilizantes se obtienen con el empleo de:

Nitrato sódico	133 kilogramos
Sangre desecada o cuerno.	200 —
Superfosfato	400 —

COLZA

Una plantación de colza en surcos alineados a la distancia de 50 centímetros y de 40 entre una y otra planta, consta de 50,000 pies por hectárea. En estas condiciones produjo:

	Colza enana de Hamburgo	Colza ordinaria	Término medio
Paja, silicuas, grue- sas raíces	8,114 kilogr.	10,120 kilogr.	9,117 kilogr.
Granos	2,399 —	2,592 —	2,496 —
Totales.	10,513 kilogr.	12,712 kilogr.	11,613 kilogr.
Granos en hectolitros de 70 kilogramos.	34'25	37'0	35'6

El análisis de las plantas al principio y al fin de la florescencia, al replanteo y en la madurez, ha demostrado que las cosechas extrajeron del suelo las siguientes cantidades de elementos fertilizantes:

	HAMBURGO	ORDINARIA	TÉRMINO medio
	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
Nitrógeno.	171'75	191'33	181
Acido fosfórico.	52'80	59'66	56
Cal	120'90	209'00	165
Potasa	92'32	158'35	125

De lo que se infiere que la colza exige mayor cantidad de nitrógeno y cal que el candeal, algo menos de potasa y mucho menos ácido fosfórico.

La marcha de la absorción de los elementos nutritivos en centésimas de máxima está consignada en los cuadros y gráficos siguientes (figs. 89 y 90):

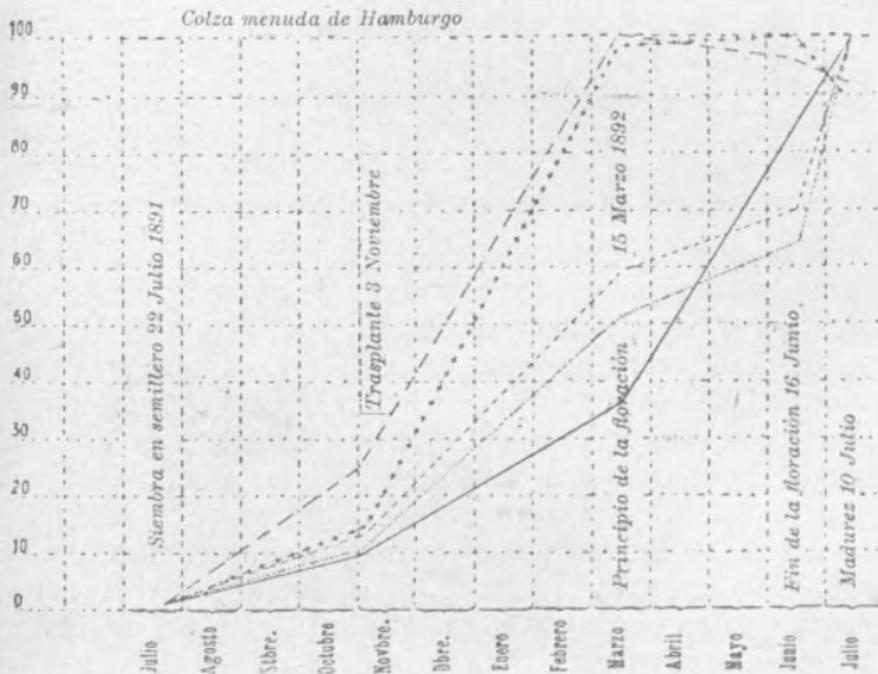


Fig. 89.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

Colza enana de Hamburgo

	MATERIA seca	NITRÓGENO	ÁCIDO fosfórico	CAL	POTASA
Replanteo.	10'1	11'2	12'9	14'5	25'4
Florescencia. } Principio .	36'7	50'7	59'0	99'3	100'0
} Final . . .	84'5	64'4	70'0	100'0	96'4
Madurez	100'0	100'0	100'0	89'4	92'8

Colza ordinaria

	MATERIA seca	NITRÓGENO	ÁCIDO fosfórico	CAL	POTASA
Replanteo.	7'9	4'6	9'0	7'7	17'3
Florescencia. } Principio .	36'2	52'4	63'3	76'4	98'8
} Final . . .	93'9	84'0	66'1	100'0	100'0
Madurez	100'0	100'0	100'0	67'3	69'8

Examinando atentamente estos cuadros y curvas, observamos mucha analogía en el proceso de absorción de principios nutritivos en cada variedad.

Por lo general, hasta media florescencia, la absorción de los principios nutritivos es más activa que la formación de la materia orgánica, lo cual indica que durante este período necesita la planta gran cantidad de abono, sobre todo desde el replanteo hasta el comienzo de la florescencia.

Supuestas las necesidades absolutas de materias fertilizantes indicadas anteriormente, observamos que la colza enana de Hamburgo y la colza ordinaria tienen las siguientes necesidades, según las diversas fases de su vegetación:

PERÍODOS		NITRÓGENO	ÁCIDO fosfórico	CAL	POTASA
Desde la siembra al replanteo.	Enana	19'2	6'9	17'5	23'4
	Ordinaria.	8'8	5'4	16'1	27'3
	Término medio.	14'0	6'1	16'8	25'3
Del replanteo al comienzo de la florescencia.	Enana	67'8	24'4	102'8	68'6
	Ordinaria.	91'3	32'6	143'6	128'8
	Término medio.	79'5	28'5	123'2	98'7
Del principio al final de la florescencia.	Enana	23'5	5'8	0'7	Minus.
	Ordinaria.	61'1	1'8	49'3	1'9
	Término medio.	42'3	3'8	25'0	0'9
Del final de la florescencia a la madurez.	Enana	61'1	15'9	Minus.	Minus.
	Ordinaria.	30'6	20'4	Minus.	Minus.
	Término medio.	45'8	23'2	Minus.	Minus.

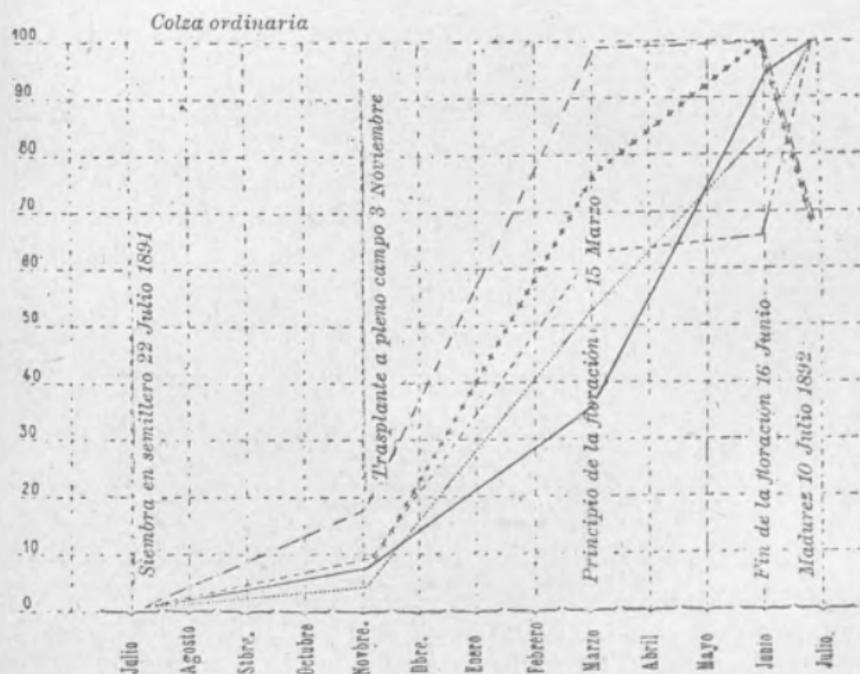


Fig. 90.—Marcha de la absorción de los elementos nutritivos.

Fijándonos en el nitrógeno, se comprueba que esta planta requiere gran cantidad de este elemento, sobre todo desde el principio de la vegetación hasta la madurez, aunque absorbe más desde el replanteo hasta la florecencia. Durante este último período hasta la madurez, continúa la colza absorbiendo ávidamente nitrógeno.

Por lo tanto, desde el punto de vista práctico, en el cultivo de la colza debe emplearse gran cantidad de estiércol de granja muy descompuesto, incorporándolo antes de la siembra para proporcionar a la planta durante el transcurso de la vegetación, y especialmente al final de la misma, todo el nitrógeno asimilable que necesita. Sin embargo, para obtener del estiércol todo el partido posible, es indispensable añadirle nitrato sódico esparcido en cobertera al iniciarse la vegetación, pues durante los meses de enero, febrero y marzo, la nitrificación es lenta o nula, y la colza no podría extraer del suelo abonado con estiércol solo el nitrógeno necesario. La adición de nitrato variará en cantidad, según las circunstancias y el aspecto de la vegetación, pero no es efectiva una dosis de 300 kilogramos por hectárea.

Desde el replanteo hasta la florecencia tiene la planta mayor necesidad de ácido fosfórico y nitrógeno. Durante la floración absorbe poco ácido fosfórico; pero desde la formación del grano vuelve a tener la planta necesidad de ácido fosfórico, y como no hay inconveniente económico, puede dársele a la planta antes del invierno todo el ácido fosfórico que necesita, prefiriendo los superfosfatos. La avidez que tiene de ácido fosfórico en dos épocas distintas de la vegetación de la colza, no quedaría satisfecha con abonos lentamente asimilables.

También la colza absorbe ávidamente la cal, sobre todo desde el replanteo hasta la florecencia. La variedad ordinaria se muestra más ávida de ella que la variedad Hamburgo, porque el desarrollo de los tallos de esta última es inferior a la primera. Al final de la florecencia ya no necesita la planta tanta cal. De lo expuesto puede deducirse cuán indispensable es la cal para el desarrollo de la colza, que medrará bien en suelos arcillocalcáreos, donde además de la suficiente

humedad encontrará buena provisión de bicarbonato cálcico. En el abono de la colza no hay para qué preocuparse de la cal, pues los superfosfatos le proporcionan grandes cantidades en forma de sulfato y de fosfato ácido o neutro.

Mayor necesidad de potasa que de cal tiene la colza, sobre todo desde el replanteo hasta la florescencia. Entonces la planta debe absorber toda la potasa que necesita, y el estiércol, a gran dosis, se la proporcionará con la requerida rapidez. Pero en los suelos pobres de potasa donde sea difícil emplear grandes cantidades de estiércol de granja muy descompuesto, sería conveniente completar las estercoladuras de otoño con sulfato o cloruro potásicos.

Las conclusiones precedentes, deducidas de los promedios de nuestros cuadros de absorción de principios nutritivos, concuerdan con las de Liebscher, y han sido también corroboradas por nuestros experimentos en cuanto al empleo en primavera del nitrato sódico.

Al mismo tiempo que investigábamos la marcha de la absorción de los elementos nutritivos, experimentamos en el mismo campo y con las mismas variedades, *la acción de cada uno de los diferentes abonos*.

El suelo era de limo cuaternario, pobre de caliza, medianamente abundante en nitrógeno, y falto de ácido fosfórico, con muy poca potasa asimilable. Empleamos el superfosfato a la dosis de 66'5 kilogramos de ácido fosfórico soluble en el agua y en el citrato, por hectárea; una mezcla de superfosfato y de nitrato sódico (49 kilogramos de nitrógeno y 66'5 kilogramos de ácido fosfórico), y una mezcla de superfosfato y de sangre desecada que proporcionaba a cada hectárea 49 kilogramos de nitrógeno y 66'5 kilogramos de ácido fosfórico soluble y asimilable.

Igualando a 100 la producción de la planta entera en la madurez, cultivada sin abono, obtuvimos en las parcelas abonadas:

CLASE DE ABONO	COLZA		TÉRMINO medio
	de Hamburgo	ordinaria	
Sin abono.	100	100	100
Superfosfato	131	134	132
Nitrato y superfosfato . . .	222	238	230
Nitrato, sangre y superfosfato.	203	215	209

Considerando sólo los rendimientos de grano, obtuvimos los siguientes resultados:

DIFERENTES CLASES DE ABONO	COLZA		TÉRMINO medio
	de Hamburgo	ordinaria	
Sin abono.	100	100	100
Superfosfato	100	115	107
Nitrato y superfosfato . . .	245	265	255
Nitrato, sangre y superfosfato.	210	216	213

Por lo tanto, en el limo de las mesetas, el empleo simultáneo del superfosfato y de nitrato esparcido en primavera da mejores resultados para aumentar los rendimientos en grano y paja.

En resumen: conviene abonar la colza en tierras de mediana fertilidad con 40,000 kilogramos de estiércol de granja muy descompuesto, 400 kilogramos de superfosfato en otoño y 200 o 300 kilogramos de nitrato sódico por hectárea, a principios de primavera.

XIII.—ABONO DE LOS HUERTOS Y DE PLANTAS ARBUSTIVAS

En el cultivo de los huertos, donde durante el año se suceden diferentes cosechas, conviene considerar, por una

parte, las cantidades de materias nutritivas necesarias en el periodo anual y, por otra parte, la rapidez de absorción.

Si en el transcurso del año un suelo puede producir una cosecha de trigo de 40 hectolitros por hectárea, bajo condición de anticiparle 45 a 50 kilogramos de nitrógeno y 40 kilogramos de ácido fosfórico asimilable, nos parece evidente que sería imposible obtener en el mismo terreno, en igual período de tiempo, varias cosechas sucesivas de legumbres si no se le suministraran mayor cantidad de elementos fertilizantes. Cuanto mayor sea la cantidad total de elementos nutritivos necesarios para la nutrición de cosechas sucesivas en un mismo suelo, tanto menor cuenta ha de tenerse de la intervención de los elementos del suelo en la nutrición; de manera que en horticultura intensiva cabe decir que para determinar los abonos no hay que fijarse en la naturaleza del suelo. Este es un carácter esencial que diferencia la agricultura propiamente dicha del cultivo hortícola y del cultivo de jardinería.

Con todo, en la mayoría de los casos, conviene conocer lo más exactamente posible las exigencias de las plantas hortícolas en cuanto a elementos fertilizantes. En los precedentes capítulos anotamos lo relativo a estas necesidades de las plantas, teniendo en cuenta un cultivo intensivo o bien para huertas, fijándonos especialmente en las patatas, remolachas, nabos, zanahorias, cotufas, guisantes, habichuelas, lentejas y habas. Creemos útil insistir en el particular, y para completar nuestras indicaciones, consignamos en el cuadro siguiente las cantidades de elementos nutritivos que extraen del suelo las principales hortalizas:

	Rendimiento por aérea Kilogr.	Nitrógeno Kilogr.	Acido fosfórico Kilogr.	Potasa Kilogr.
Coles.	700	1'68	0'99	4'06
Coliflor	240	1'56	0'60	2'00
Coles-rábanos .	300	2'06	0'90	2'30
Cohombro . . .	600	0'96	1'30	0'65
Rábano silvestre	150	0'64	1'00	0'27
Cebollas	300	0'81	0'42	0'81
Lechuga	140	0'31	0'13	0'34

La necesidad de abono de las hortalizas es bastante considerable, y como por lo regular se suceden varias cosechas en el mismo suelo, el agotamiento es rápido aunque el suelo abunde en mantillo.

Para satisfacer las necesidades de las cosechas, el hortelano ha de emplear dosis enormes de estiércol. Cuando quiere replantar en marzo coles de Milán, para cosecharlas en julio, y después de cultivar nabos, se ve obligado a suministrar a la tierra las siguientes cantidades por área:

	Nitrógeno Kilogr.	Acido fosfórico Kilogr.	Potasa Kilogr.
Coles.	1'68	0'99	4'06
Nabos	0'70	0'30	1'40
Totales.	2'38	1'29	5'46

o sean 1,000 kilogramos de estiércol de un valor aproximado de 10'90 francos. Tan enorme estercoladura suministrará al suelo la potasa necesaria, aunque con exceso de nitrógeno y de ácido fosfórico, que utilizarán las cosechas siguientes con tal de que las plantas vuelvan a tener suficiente provisión de potasa, pues de lo contrario el nitrógeno y el ácido fosfórico quedarían inertes en el suelo, porque la cosecha está siempre en razón directa del elemento fertilizante que se halla en menor cantidad a disposición de la planta. Por lo tanto, es necesario proporcionar más estiércol; pero son tan variados los cultivos, que escaseará unas veces el nitrógeno, otras el ácido fosfórico y otras la potasa, y quedarán inútiles los remanentes de los abonos anteriores.

El cultivo hortícola sólo puede sostenerse con el empleo de cantidades considerables de estiércol, renovado muy a menudo, a no ser que repare la falta de nitrógeno, potasa o ácido fosfórico (1).

En el caso que hemos supuesto, bastaría suministrar 3 kilogramos de cloruro potásico por área para obtener abundante cosecha de patatas. Este abono químico sólo costará 0'70 francos, mientras que serían necesarios 3'10 francos para

(1) Véase L. BUSSARD, *Cultivo hortícola* (Enciclopedia agrícola).

proporcionar la misma cantidad de potasa empleando estiércol. Este ejemplo basta para demostrar la importancia de los abonos químicos como complementos del estiércol en el cultivo hortícola. Conviene insistir en este asunto. Por lo general, los huertos y jardines están saturados de materias orgánicas y no es necesario el estiércol para mejorar el cultivo. Nos atrevemos a afirmar que, casi siempre, se puede reducir el costoso empleo del estiércol mediante el de abonos minerales, que mejorarán el sabor y la calidad de las hortalizas, al propio tiempo que se reducirá el coste del abono. Volvamos al caso anterior y reemplacemos el estiércol por abonos comerciales. En este caso, para proporcionar los alimentos necesarios a las tres cosechas sucesivas de coles, nabos y patatas, se necesitarán:

		Francos
Nitrato sódico.	20 kilogr.	5'00
Superfosfato a 15 ^o	12 —	0'96
Cloruro potásico.	14 —	3'22
Total.		9'18

El empleo de estiércol para suministrar estas cantidades nos hubiese costado 14 francos. Con los abonos químicos obtenemos, pues, una economía de 5 francos aproximadamente, o sea cerca de un 36 por 100 menos del que hubiese costado la compra del estiércol.

Al tratar esta cuestión sólo nos proponemos demostrar la fundamental conveniencia del empleo de abonos químicos en horticultura. No nos hemos propuesto condenar el estiércol, sino tan sólo señalar las deficiencias de su constitución y los medios de corregirlas.

Establecido este punto esencial, vamos a entrar de lleno en la práctica que debe seguirse en el empleo de los abonos en horticultura, indicando a la vez los más eficaces según la experiencia.

1.^o *Patatas* (Véase cap. IX).—Wagner, director de la Estación agronómica de Darmstadt, recomienda los abonos siguientes para los huertos: 1'5 kilogramos de fosfato potásico con 1 kilogramo de sulfato amónico por área.

2.º *Zanahorias* (Véase cap. IX).—El mismo Wagner aconseja la estercoladura siguiente: 1'50 kilogramos de nitrato sódico antes de la siembra; la misma cantidad después de la brotación, y otra igual tres semanas más tarde. Total 4'50 kilogramos de nitrato sódico. De una sola vez, antes de la siembra, se añadirán 5 kilogramos de superfosfato de 15º y 2'50 kilogramos de cloruro potásico al 50 por 100.

3.º *Remolachas de huerta* (Véase cap. IX).—Tomando por base nuestros experimentos de gran cultivo, aconsejaremos a los hortelanos que cultivan esta planta, un abono por área de 4 kilogramos de nitrato sódico en tres veces, 6 kilogramos de superfosfato y 2 kilogramos de cloruro potásico enterrados antes de la siembra, con exclusión completa de estiércol. Pero en caso de emplearlo, será en dosis de 300 kilogramos con adición de 2 kilogramos de nitrato sódico y 3 kilogramos de superfosfato.

4.º *Nabos*.—Si se cultivan en terreno que haya llevado una cosecha abonada con estiércol, bastarán 4 kilogramos de superfosfato y 2 kilogramos de nitrato sódico por área; si, por el contrario, la cosecha precedente no hubiese recibido estiércol, se emplearán 200 kilogramos de estiércol con añadidura de 3 kilogramos de superfosfato. Los abonos fosfatados favorecen la precocidad, mientras que los abonos nitrogenados retardan la madurez.

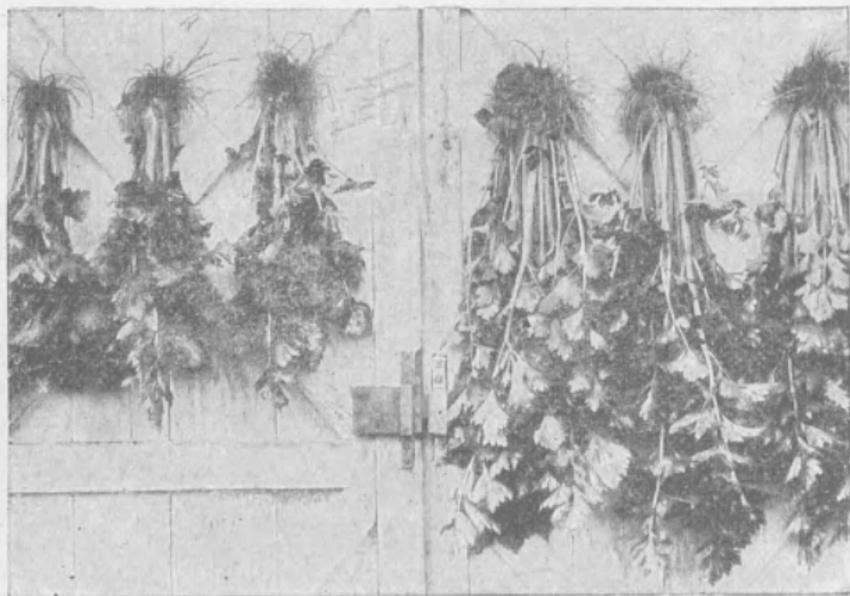
5.º En el *cultivo de los rábanos negros y de otras clases, salsifíes o escorzoneras, rábano silvestre y otras plantas análogas*, se emplearán, según indica Wagner:

4'5 kilogramos de nitrato, en tres veces;

5'5 kilogramos de superfosfato;

2'5 kilogramos de cloruro potásico.

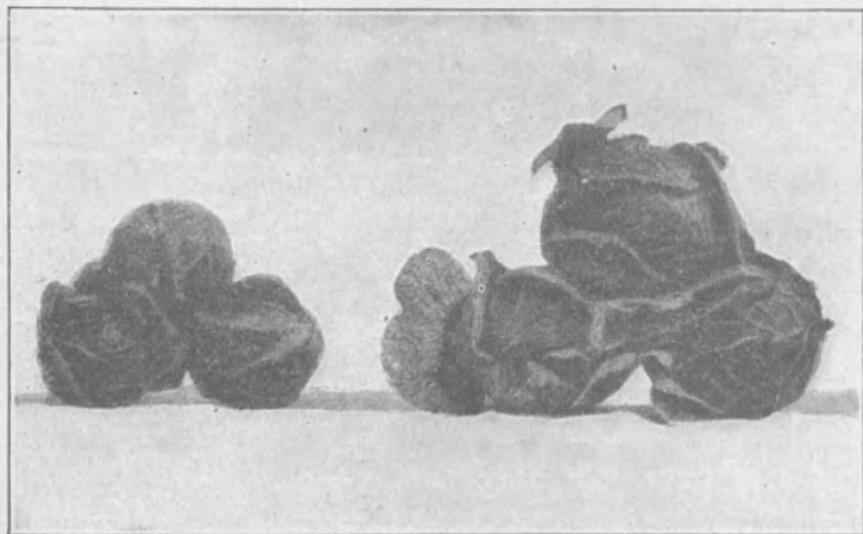
6.º *Coles de toda especie*.—Como indica su composición, estas hortalizas exigen copiosas estercoladuras muy abundantes en nitrógeno y potasa. El abono mineral será de 3 kilogramos de superfosfato y cloruro potásico enterrado en la primera labor. Después del trasplante se esparcirán en cobertera 2'5 kilogramos de nitrato sódico, incorporado mediante un rastrilleo. Un mes más tarde se dará una nueva



Sin abono

Con abono completo

Fig. 91.—Acción del abono en el apio.



Sin abono

Estiércol y abono químico completo (nitrato sódico, superfosfato y sulfato potásico).

Fig. 92.—Experimentos con las coles rojas.

dosis de 2'5 kilogramos de nitrato por medio de una bina. En conjunto, 5 kilogramos de nitrato sódico por área.

Si se emplean estiércoles, se requerirán 200 kilogramos por área, y además 2'5 kilogramos de nitrato sódico apli-



Sin abono

Estiércol y abono químico completo (nitrato sódico, superfosfato y sulfato potásico).

Fig. 93.—Experimentos con los puerros.

cado en dos veces, y 1 kilogramo de cloruro potásico y 3 kilogramos de superfosfato.

7.º *Lechugas diversas*.—Wagner ha comprobado que las lechugas repugnan las estercoladuras demasiado enérgicas. Bastará suministrar al suelo 4 kilogramos de superfosfato y 1 kilogramo de cloruro potásico enterrados con la última labor. Después de la plantación se esparcirá 1 kilogramo de



Con estiércol, 135 plantas por área.
Con estiércol y nitrato en primavera, 7 kilogramo. por área; 230 plantas por área.

Fig. 94.—Estercoladura de la alcachofa.

sulfato amónico enterrado por rastrilleo. Si se notara falta de nitrógeno, se aplicarán más tarde en cobertera 300 gramos de nitrato sódico mezclado con yeso o con tierra tamizada seca. Tres semanas después volverá a esparcirse nitrato.

8.º *Cohombros, cebollas y plantas análogas.* — Wagner recomienda el empleo de 6 kilogramos de superfos-



Tierra esquilhada

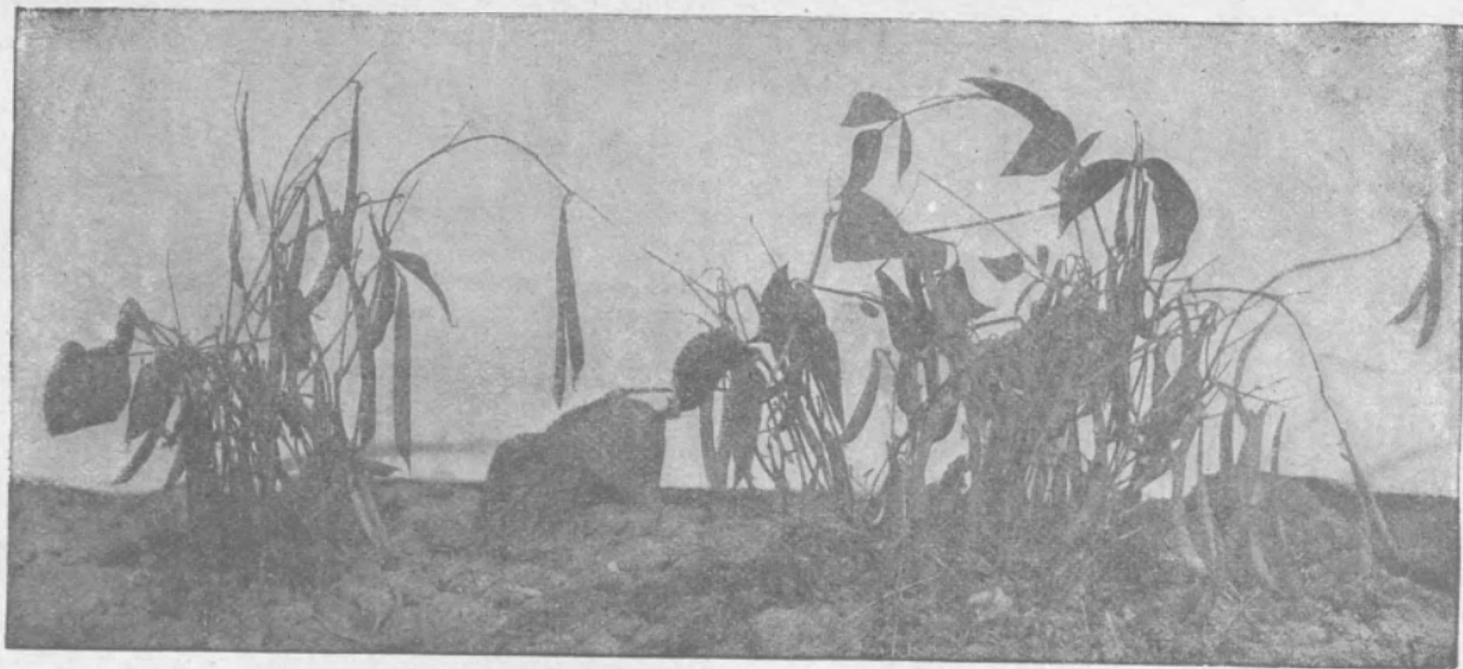
Tierra esquilhada
Recibió nitrato sódico

Tierra esquilhada
Recibió cloruro potásico

Fig. 94.—Acción del abono en las espinacas.

fato y 2 kilogramos de cloruro potásico por área enterrado con la última labor. Antes de la plantación o la siembra, se esparcirá 1 kilogramo de nitrato sódico, enterrándolo con un rastrilleo o con una horquilla curva. Quince días después de la brotación volverá a esparcirse 1 kilogramo de nitrato en cobertera, renovándose esta dosis a la quincena siguiente. En total se emplearán 3 kilogramos de nitrato por área.

En el cultivo de la cebolla en tierra campa, comprobamos que el sulfato potásico mezclado con superfosfato y nitrato sódico duplicaba el rendimiento; lo que corrobora que las



Sin escorias (11'78 quintales de grano)

Con escorias (14'48 quintales de grano)

Fig. 96.—Acción de las escorias en las habichuelas.

sales potásicas favorecen extraordinariamente el desarrollo de la cebolla.

9.º *Alcachofas y cardos*.—Según el marqués de París, se procederá atinadamente en el cultivo de estas plantas abonándolas con 8 kilogramos de nitrato sódico, 13 kilogramos de superfosfato y 2 kilogramos de cloruro potásico por área.

10.º *Espinacas*.—Según el mismo marqués de París, se emplearán por área: 4 kilogramos de nitrato sódico, 12 kilogramos de superfosfato y 6 kilogramos de cloruro potásico. Las estercoladuras 9 y 10.º se refieren a cultivo muy intensivo; en las condiciones ordinarias pueden reducirse a la mitad las proporciones indicadas.

11.º *Leguminosas: habas, guisantes, habichuelas*.—Sabido es que las plantas de esta familia pueden extraer de la atmósfera el nitrógeno que necesitan mediante los microorganismos de sus nudosidades. Esta facultad es privativa de esta familia de plantas, y, por lo tanto, no necesitan abonos nitrogenados, porque los suelos en que se cultivan están por lo general abonados con estiércol de granja, y siempre hallan suficiente cantidad de nitrógeno para su primer desarrollo

Wagner recomienda 5'5 kilogramos de superfosfato y 2 kilogramos de cloruro potásico por área, enterrados con una labor que aproximadamente sólo ahonde unos 15 centímetros. Según los experimentos de Lawes y Gilbert en el cultivo de las habas, la potasa aumenta siempre considerablemente el rendimiento.

12.º *Espárragos*.—Zacharewicz, profesor departamental de agricultura de Vaucluse, ha publicado resultados muy interesantes sobre los abonos químicos en el cultivo de los espárragos. Sus conclusiones son las siguientes:

a. Los abonos químicos tienen real eficacia en el cultivo del espárrago, no sólo en el aumento de producción, sino en la precocidad.

b. Los abonos que han producido mejores resultados se comprobó que estaban constituídos por:

2 kilogramos de nitrato potásico;
 1 kilogramo de sulfato amónico;
 3 kilogramos de superfosfato.

c. Esta fórmula dió por término medio productos más precoces que los obtenidos con la siguiente mezcla:

3 kilogramos de sulfato amónico;
 3 kilogramos de sulfato potásico;
 3 kilogramos de superfosfato.

d. En la primera fórmula, los excedentes de producción fueron 18'58 kilogramos comparados con las parcelas de prueba. La segunda fórmula dió un excedente de 18'41 kilogramos.

Por su parte, Wagner aconseja:

5'5 kilogramos de superfosfato;
 2 kilogramos de cloruro potásico;
 5 kilogramos de nitrato sódico.

La mezcla de las sales potásicas con el superfosfato se aplica en otoño al suelo si éste es compacto, o en primavera si es ligero. Se incorporan mediante un rastrilleo.

El nitrato se esparce en dos veces: 1.^o, en cobertera, cuando los brotes empiezan a desarrollarse, enterrándolo con la horquilla curva; 2.^o, un mes más tarde se aplica el resto, también con horquilla.

13.^o *Fresales*.— De nuestro distinguido colega Zacharewicz aprovechamos las enseñanzas acerca de la estercoladura del fresal. Del sinnúmero de experimentos que dicho profesor ha realizado, infiere que el empleo del nitrato potásico sólo debe recomendarse a corta dosis, porque esta sal activa en demasía la vegetación, con menoscabo de la cantidad y calidad de la fruta. Dan mejores resultados los abonos minerales en suelos de mediana abundancia en nitrógeno. Se esparce en noviembre una mezcla de superfosfato y de sulfato potásico con algo de estiércol de granja.

En el cultivo de la fresa en invernadero, produce buenos efectos la mezcla siguiente por área:

3 kilogramos de sulfato potásico;
3 kilogramos de superfosfato.

14.º *Viña*.—Hemos demostrado por nuestros ensayos en Saint-Chéron y en Cloyes, que el empleo de los abonos químicos es muy eficaz en la producción de uvas. El abono que por área nos dió mejores resultados, fué:

4 kilogramos de superfosfato a 15º;
3 kilogramos de sulfato potásico al 50 por 100;
3 kilogramos de nitrato sódico.

Por su parte, Chauzit, profesor departamental de agricultura en el Gard, recomienda el siguiente abono para la misma superficie de terreno:

3'6 kilogramos de nitrato sódico;
4 kilogramos de superfosfato;
2 kilogramos de sulfato potásico.

Los abonos destinados a la viña, deben penetrar hasta la cabellera, y conviene enterrarlos mediante una labor.

El yeso en grandes dosis favorece la penetración de los principios fertilizantes en el subsuelo, cuando la tierra ha recibido con anticipación mucho estiércol de granja. En las tierras esquiladas, el yeso no produce ningún efecto, según resultados de los experimentos de Oberlin en Alsacia, y de los de nuestro sabio colega Battanchon, de Saona-Loira. La dosis de yeso que debe emplearse en los terrenos abundantes en materias orgánicas, oscila entre 2,000 y 4,000 kilogramos por hectárea.

Wagner aconseja la siguiente fórmula para el abono de la vid:

Durante el primer año:

600 kilogramos de estiércol (por área);
2 kilogramos de superfosfato.

En el segundo año:

3 kilogramos de superfosfato;
3 kilogramos de cloruro potásico;
1'2 kilogramos de nitrato sódico.

En el tercer año:

3 kilogramos de superfosfato;
 1'5 kilogramos de cloruro potásico;
 1'5 kilogramos de nitrato sódico.

En el cuarto año:

3 kilogramos de superfosfato;
 2 kilogramos de cloruro potásico;
 1'55 kilogramos de nitrato sódico.

En nuestra opinión, convendría añadir a estas fórmulas una gran cantidad de yeso, como lo efectúa Oberlin; de esta manera quedaría mejor asegurado el buen empleo del estiércol.

El superfosfato y el cloruro potásico deben enterrarse, mediante una buena labor, en otoño o durante el invierno. El nitrato se suministra en primavera y en cobertera, para que disuelto por los rocíos y las lluvias penetre en el suelo.

Wagner recomienda disminuir la dosis de nitrato en los suelos bajos y húmedos, y aumentarla en las pendientes y en los terrenos elevados y secos. Cuanto más vigorosa sea la vegetación y mayor el desarrollo de los sarmientos, menos cantidad de estiércol y nitrato es necesario emplear. Cuando las viñas están lozanas y producen mucha madera, conviene forzar las dosis de superfosfato y de sales potásicas.

Si la viña tiene poco desarrollo, se aumentará los aportes nitrogenados (1).

15.^o *Arboles frutales* (fig. 97 y 98). — Como la viña, los árboles frutales deben cuidarse desde el punto de vista del abono. Wagner recomienda para árboles aislados, cuyas copas proyectan sobre el suelo sombra de unos 25 metros cuadrados, 1,400 gramos de superfosfato con el 16 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua, 400 gramos de cloruro potásico y 500 gramos de nitrato sódico.

La época más oportuna para incorporar el abono mineral es desde noviembre, durante todo el invierno, mediante labores de

(1) Véase PACOTTET, *Viticultura* (Enciclopedia agrícola).

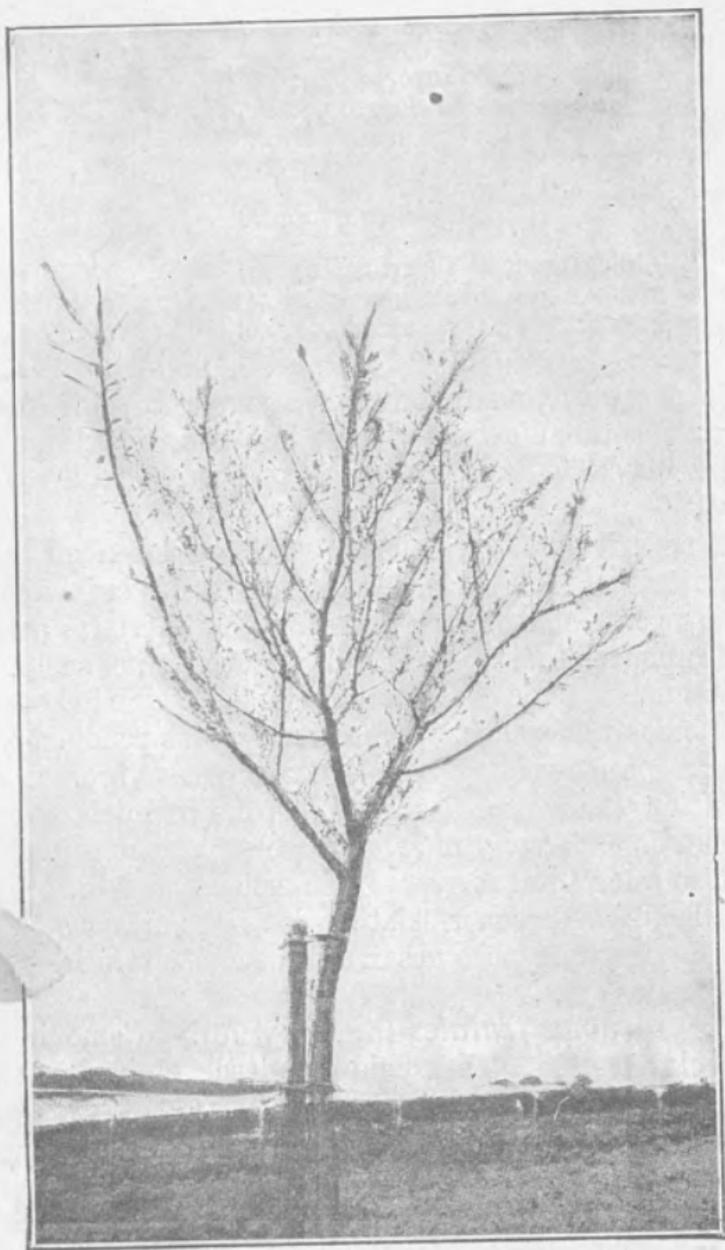


Fig. 97.—Manzano joven sin estercoladura.

azada. El nitrato sódico es mejor reservarlo para primavera.
En los vergeles se emplearán por hectárea: 600 kilogra-

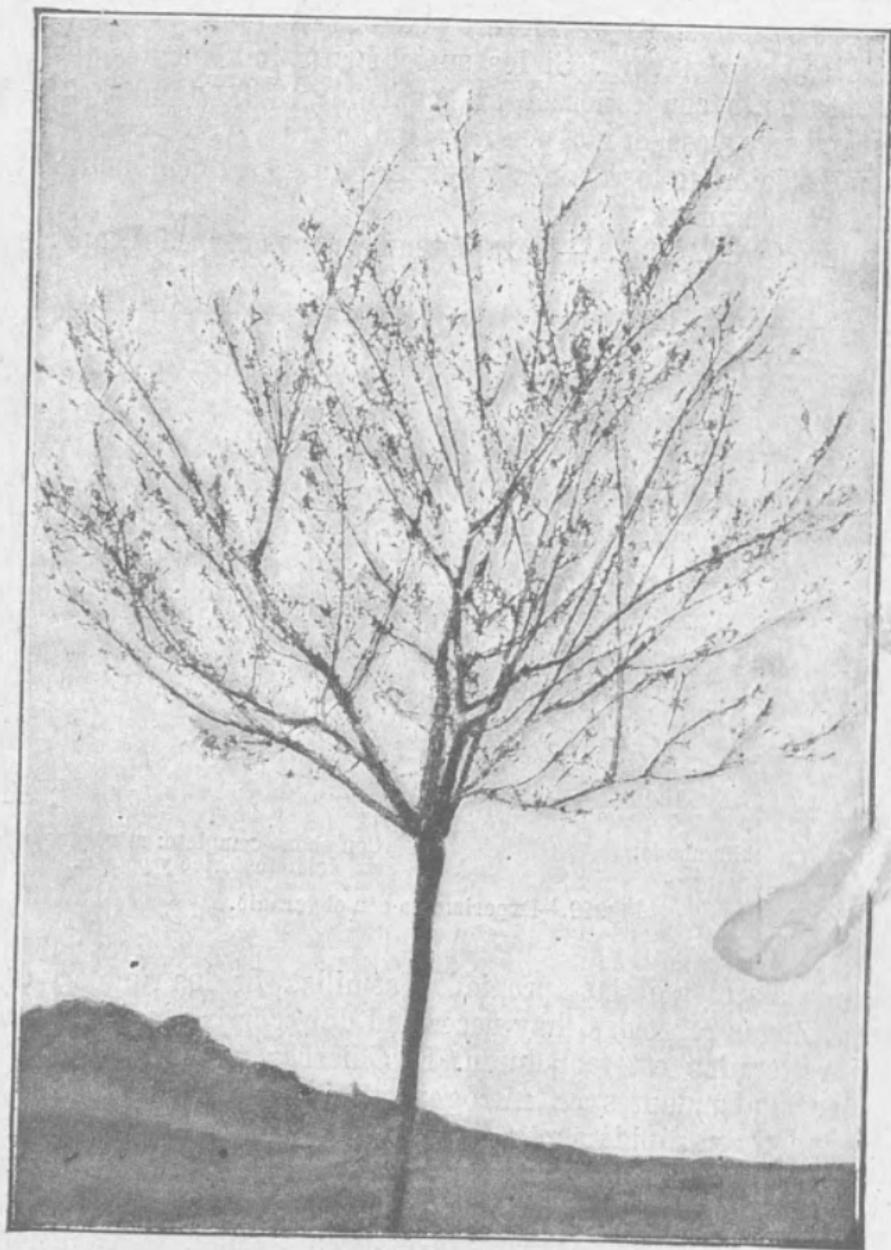
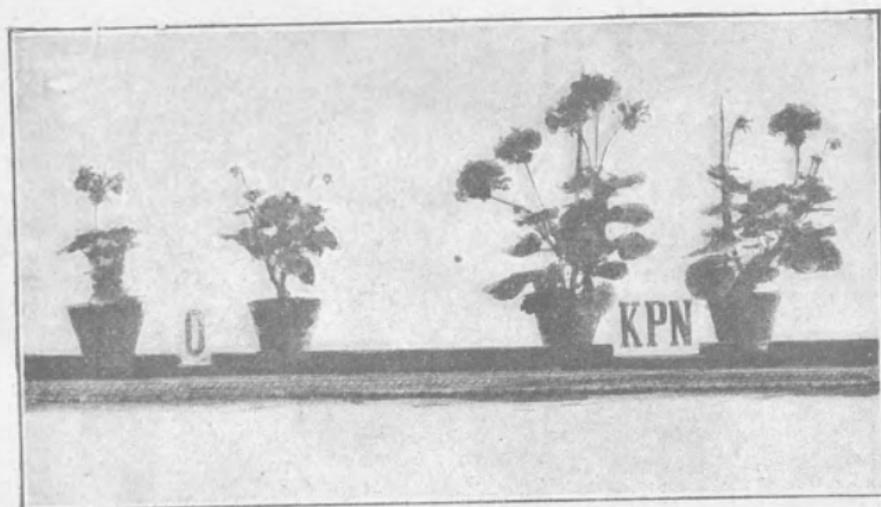


Fig. 98.—Manzano joven con abonos químicos.

mos de superfosfato, 150 kilogramos de cloruro potásico y 200 kilogramos de nitrato sódico.

El superfosfato y el cloruro potásico en otoño, y el nitrato sódico en primavera. Si los suelos han sido abonados abundantemente con estiércol, se emplearán 2,000 o 4,000 kilogramos de yeso crudo por hectárea, para favorecer la descomposición de los abonos y ayudar su penetración hasta las raíces profundas.

16.º *Céspedes.*—Para obtener buenos céspedes, aparte



Sin abono.

Con abono completo: nitrógeno,
ácido fosfórico y potasa.

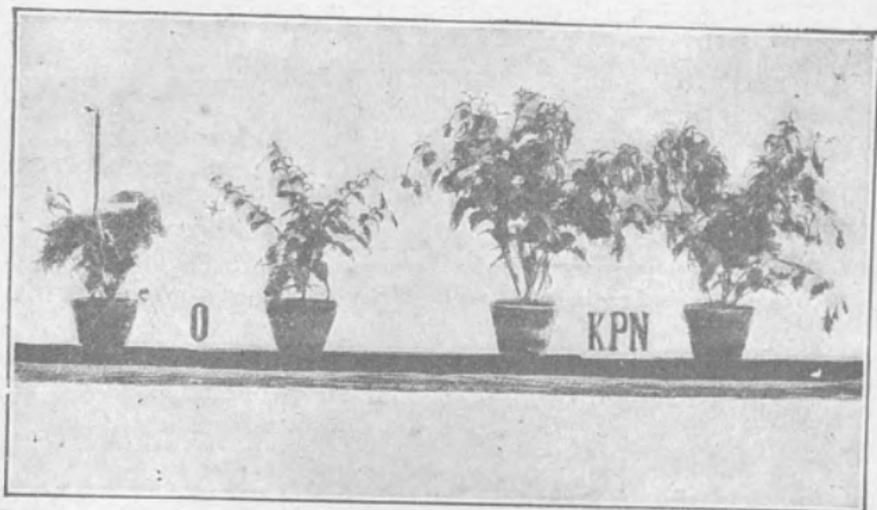
Fig. 99.—Experimento con el geranio.

de la elección de las apropiadas semillas, de los riegos y de las siegas repetidas, hay necesidad de recurrir a las copiosas y reiteradas estercoladuras. Las hierbas tiernas, especialmente abundantes en nitrógeno, ácido fosfórico y potasa, empobrecen rápidamente el suelo por las repetidas siegas a que se someten. Wagner comprobó que para tener céspedes siempre vigorosos y verdes, es indispensable abonar la tierra con aportes sucesivos durante el buen tiempo. Recomienda desparramar por área, a mediados de febrero, 1 kilogramo de cloruro potásico, 4 o 5 kilogramos de superfosfato y 4 kilogramos de nitrato sódico. En el transcurso de la primavera, entre febrero y abril, debe darse a la tierra por término

medio y por mes, una tercera parte de las cantidades anteriormente indicadas.

Es preferible esparcir el abono hacia el mediodía y no a las horas del rocío. Tiene mucha utilidad regar bien las plantas después de recibir el abono, a no ser que haya probabilidades de pronta lluvia.

17.º *Cultivos florales en tierra campá y en macetas.*



Sin abono.

Con abono completo:
nitrógeno, ácido fosfórico y potasa.

Fig. 100.—Experimento con la fucsia.

—El conocimiento de la naturaleza física del suelo debe ser la primera condición para cultivar con éxito flores en tierra campá o en macetas. En ambos casos, deben estar abundantemente provistas de materias y han de ser húmicas, permeables y cálidas. Con todo, si no se proporciona a la planta durante el transcurso de su vida alimentación adecuada y abundante, no cabe esperar vegetaciones florales espléndidas.

Personalmente, podemos consignar los excelentes resultados obtenidos en tierra campá (geranios, heliotropos, etc.), con el empleo de los abonos que hemos recomendado anteriormente para la viña (fig. 99). Wagner, en términos generales, aconseja 6 kilogramos de la mezcla siguiente por área:

Superfosfato a 16 ^o	40
Sulfato potásico	20
Nitrato sódico	40
Total.	100

Por su parte, el marqués de París recomienda las siguientes fórmulas:

a. *Para la obtención de flores y follaje*

3 gramos de la siguiente mezcla por kilogramo de tierra:

7 kilogramos de superfosfato;	2 kilogramos de sulfato de cal;
1 kilogr. de cloruro potásico;	0.75 kilogr. de sulfato de hierro.

b. *Trasplante de COLEUS y plantas análogas*

3 gramos de la siguiente mezcla por kilogramo de tierra:

2.5 kilogr. de nitrato sódico;	0.5 kilogr. de cloruro potásico;
1 kilogr. de sulfato amónico;	2 kilogramos de yeso.
1.5 kilogr. de superfosfato;	

c. *En el trasplante de begonias, etc,*

3 gramos de la siguiente mezcla por kilogramo de tierra:

1 kilogr. de nitrato sódico;	0.5 kilogr. de cloruro potásico;
2 kilogr. de sulfato amónico;	2 kilogramos de sulfato de cal.
3 kilogr. de superfosfato;	

d. *Arriates de plantas florales*

300 gramos de la siguiente mezcla por metro cuadrado:

2 kilogr. de nitrato sódico;	2 kilogramos de cloruro potásico;
10 kilogr. de superfosfato;	4 kilogramos de yeso.

e. *Arriates de plantas de follaje*

300 gramos de la siguiente mezcla por metro cuadrado:

3 kilogr. de nitrato sódico;	1 kilogramo de cloruro potásico;
4 kilogramos de snperfosfato;	4 kilogramos de yeso.

f. *Plantas de follaje en macetas*

3 gramos por litro de agua de riego; en riegos de una sola vez por semana:

1 kilogramo de nitrato sódico;	0.5 kilogr. de cloruro potásico;
1 kilogr. de sulfato amónico;	2 kilogramos de yeso.
2 kilogramos de superfosfato;	

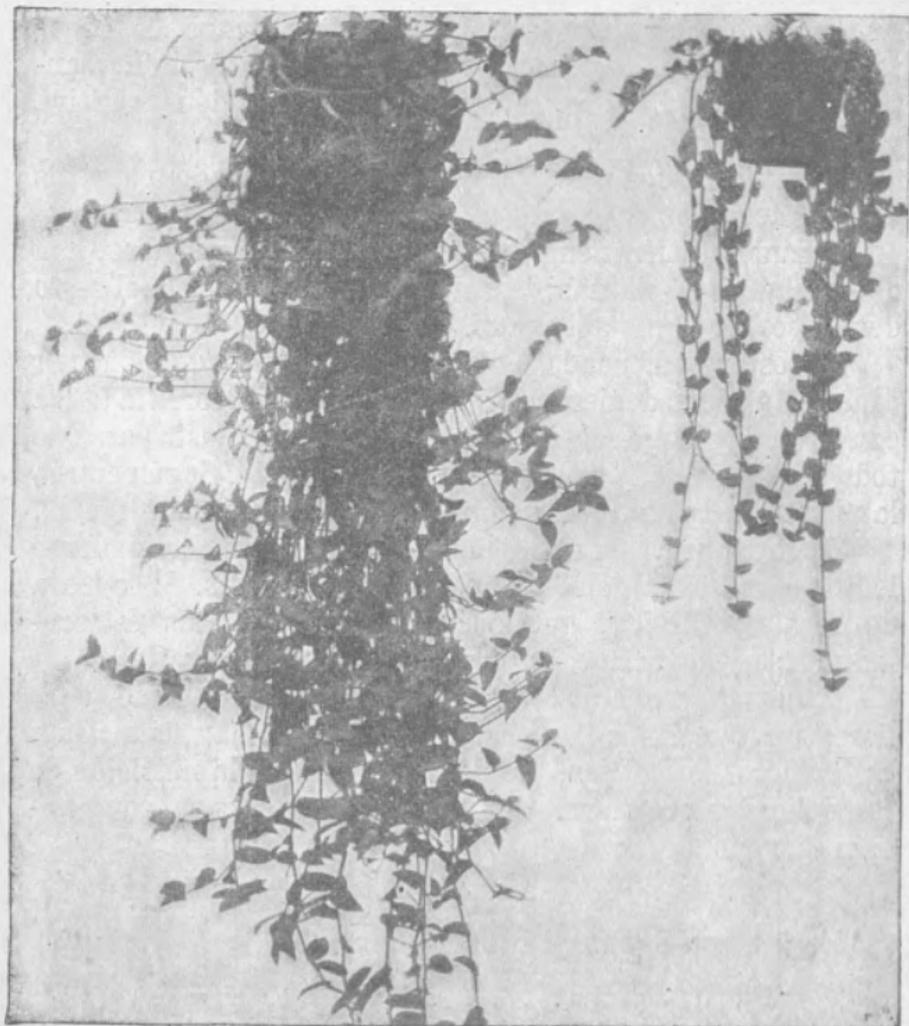


Fig. 101.—*Tradescantia* común.

En el cultivo en macetas, Wagner deduce de numerosos experimentos, los abonos siguientes:

Fosfato amónico	25 kilogramos
Nitrato potásico	45 —
Nitrato amónico	30 —

Esta mezcla contiene por cien unidades de peso: 12 de ácido fosfórico, 19 de potasa y 17 de nitrógeno. Se emplea a razón de 1 gramo por litro de agua al regar las plantas. Así hemos obtenido muy satisfactorios resultados. La figura 101 reproduce dos macetas con dos *Tradescantia* plantadas el mismo día y regadas una con la solución nutritiva y la otra con agua sin abono.

El mismo abono está también muy indicado para los cultivos forzados, y en la siembra de flores.

Durante el buen tiempo, o sea de abril a septiembre, han de abonarse las plantas de salón e invernadero. En el resto del año es mejor no abonarlas.

La dosis recomendada por Wagner es 1 gramo de abono por cada 600 gramos de tierra de la maceta. Se espolvorea la tierra con el abono y luego se riega, empleando el agua justa para que todo el abono en ella contenido quede absorbido. Según crezca la planta, se renuevan los riegos cada mes o cada dos meses.

Si son palmeras u otras plantas similares de crecimiento lento, se renovarán los riegos cada tres meses. Si se trata de rosales, fucsias, geranios y heliotropos, las estercoladuras se renovarán cada tres semanas (fig. 99 y 100).

Vamos a terminar lo concerniente al capítulo dedicado a las flores reproduciendo las fórmulas que E. Roman, entusiasta cultivador de orquídeas, emplea con éxito en la nutrición de tan delicados vegetales. Usa dos soluciones, cuya composición es como sigue:

Solución A

En 2 litros de agua pura disuelve:

Fosfato amónico	100 gramos
Nitrato amónico	60 —
Carbonato amónico	10 —
Nitrato potásico	5 —

Solución B

En 2 litros de agua se disuelven 45 gramos de silicato potásico a 30° Baumé.

Para emplearlo, se vierten en 12 litros de agua 16 gramos de cada una de las expresadas soluciones, de modo que contengan aproximadamente 1 gramo de mezcla salina por 7 litros de agua. De esta solución diluida se usa en todos los riegos.

En el cuadro siguiente resumimos las cantidades de principios fertilizantes apropiados a cada uno de los diferentes cultivos, de manera que puedan confeccionarse los abonos con los ingredientes del comercio:

	Nitrógeno Kilogr.	Acido fosfórico Kilogr.	Potasa Kilogr.
Patatas	0'60	0'90	1'00
Zanahorias	0'60	0'60	0'50
Remolachas de huerta	0'60	0'85	1'00
Nabos	0'30	0'60	0'50
Rábanos y reponches	0'67	0'88	1'25
Coles	0'75	0'84	1'50
Alcachofas	1'30	2'00	1'00
Espinacas	0'60	1'80	3'00
Lechugas	0'30	0'60	0'50
Cebollas, cohombros	0'45	0'84	1'00
Leguminosas	0'00	0'88	1'00
Espárragos	0'60	0'70	1'25
Fresales	0'30	0'45	1'50
Viñas, parrales	0'45	0'60	1'50
Arboles frutales	0'30	0'88	0'75
Céspedes	1'80	2'10	1'20
Plantas florales en tierra campa.	0'36	0'42	0'60

Terminaremos advirtiéndole que estas fórmulas tienen un carácter general y son susceptibles de variación, según los casos. Las damos sólo a título de indicación, para guía de los horticultores. La experiencia de cada uno demostrará las modificaciones que deben sufrir en uno u otro sentido.

La ciencia de la aplicación de los abonos químicos en horticultura puede decirse que acaba de nacer. Destinada a progresar de día en día, quedará tanto más precisada cuanto mayor sea el concurso que a ella presten los horticultores de buena voluntad.

ÍNDICE ALFABÉTICO

A

Abono flamenco, 163. — de pescados, 173. — verdes, 173 a 185.
Abonos (Acción recíproca de los), 310. — (Asimilabilidad de los), 295. — (Comercio de), 337. — fosfatados, 270. — nitrogenados, 134. — orgánicos, 156. — potásicos, 322, 329.
Absorción del agua, 12. — de las materias minerales, 23.
Acción de la caliza en la arcilla y el mantillo, 37. — en el ácido fosfórico, 39. — en los suelos ácidos, 40. — de los abonos fosfatados, 270. — física de las sales en el suelo, 86.
Ácido fosfórico, 29, 381, 382, 384.
Adormidera, 523.
Agentes químicos (Empleo de), 109.
Alcácel, 395.
Alcachofas, 540.
Alfalfa, 501.
Alforfón, 408.
Algarrobas, 475.
Aliaga, 183.
Apatitas, 252.
Árboles frutales, 543.
Arcillas verdes, 319.
Arenas cenagosas, 57. — conchíferas, 59. — ramosas, 59.
Asimilación del carbono, 11. — del nitrógeno, 14.
Avena, 400.
Azufre, 30.

B

Bacterias radicales, 20.
Basuras, 156.

C

Caballos, 104.
Cadáveres (Aprovechamiento de), 202.

Cal, 30, 63. — cáustica, 40. — nítrica, 225.
Caliza (Acción de la), 37, 39, 41.
Cáñamo, 521.
Carbonato potásico, 326.
Cardos, 540.
Carne desecada, 200.
Carneros, 105.
Cebada, 397.
Cebollas, 538.
Cenizas de hueso, 247. — de hulla, 63. — de turba, 62. — piríticas, 85. — vegetales, 328.
Centeno, 392.
Cernadas, 61.
Céspedes, 546.
Cinamida, 225.
Clorhidrato amónico, 224.
Cloro, 31.
Clorofila, 11.
Cloruro magnésico, 325. — potásico, 322.
Cohombres, 538.
Col *Caralier*, 451.
Coles, 448, 534.
Colza, 524.
Composición de las plantas, 7.
Compuestos, 192.
Conchas marinas, 60.
Coprolitas, 254.
Cotufas, 439.
Crudal de amoníaco, 225.
Cuernos, 203.
Cuero tostado, 206.
Cultivos florales, 547. — intermedios, 179.

D

Desechos de lana, 218.
Detritus, 156.
Duración de la eficacia del estiércol, 150.

E

Elementos minerales, 8.
 Embrión vegetal, 10.
 Enmargados, 49.
 Enmiendas calizas, 36.
 Ensayo Effantin, 464.
 Enyesado, 74.
 Escorias, 260.
 Esparragina, 10.
 Espárragos, 540.
 Espinacas, 540.
 Espumas, 53.
 Estiércol, 88, 118, 130, 132, 136, 142, 144, 151.
 Excrementos, 90. — humanos, 160.
 Experimento de Noir, 463.

F

Fermentos amoniacales, 16.
 Fosfatos aluminicos, 259. — amorfos, 254. — arenosos, 258. — minerales, 251. — naturales, 270. — óseos, 244. precipitados, 269.
 Fosforitas, 252.
 Fresales, 541.

G

Gallinaza, 172.
 Ganado bovino, 93. — de cerda, 95.
 Germinación, 9.
 Guanos, 169. — fosfatados, 170. — de murciélago, 171.
 Guisantes, 478, 540.

H

Habas, 540.
 Habichuelas, 540. — secas, 470.
 Hierro, 30.
 Hoyos estercoleros, 128.
 Huesos desgelatinados, 248.

J

Judías, 488.

K

Kainita, 113, 325.

L

Lechugas, 536.
 Légamos, 158.
 Legislación, 207, 337.
 Leguminosas, 19, 470.
 Lentejas, 483.
 Limo de las mesetas, 312.
 Lino, 516.
 Lúpulo, 466.

M

Magnesia, 30.
 Maíz, 404.
 Majada, 114.
 Mantillo de estiércol, 167.
 Marga, 42 a 48, 56.
 Mijó, 406.
 Minimum (Ley del), 34.
 Montones, 192.

N

Nabos, 437, 534.
 Negro animal, 248. — de azucarerías, 249. — de refinerías, 249.
 Nitrato cálcico, 241. — potásico, 239. — sódico, 228.
 Nitrógeno, 15. — (Pérdida de), 103. — (variaciones), 16.

O

Orujo, 190.

P

Palomina, 172.
 Pastinaca, 454.
 Patatas, 411, 533.
 Pelos, 219. — absorbentes, 27. — radicuales, 13.
 Piel de manzanas, 189.
 Pipirigallo, 506.
 Plataformas, 122.
 Plumas, 219.
 Polvos de hueso, 246.
 Potasa, 29.
 Praderas, 508.
 Prados artificiales, 385.
 Purín, 140.

R

Rábanos, 534.
 Remolachas, 418. — de huerta, 534.
 Residuos, 189.

Restitución (Ley de), 33.
Retama, 184.

S

Sales (acción física), 86. — minerales (acción fisiológica), 28.
Salinas, 327.
Sangre, 194.
Seda (trapos), 218.
Sílice, 30.
Sindicatos, 337.
Sosa, 31.
Substancias fijas, 8. — orgánicas, 7.
Suelo (Función del), 32.
Suelos ácidos, 40.
Sulfato amónico, 219.
Sulfocarbonato potásico, 329.
Superfosfatos, 265.

T

Tabaco, 458.
Tortas, 185.
Trabajo radicular, 377.
Trapos de lana y seda, 218.
Trébol encarnado, 493. — violado, 497.
Trigo de invierno, 371. — de marzo, 390.

V

Vacas, 104.
Vinazas, 191.
Viña, 542.

Y

Yácigas, 97.

Z

Zanahorias, 432, 534.

TABLA DE MATERIAS

INTRODUCCIÓN, por el Dr. Pablo Regnard, director del Instituto Nacional Agronómico	1
PREFACIO DE LA CUARTA EDICIÓN	5
INTRODUCCIÓN.—Cómo se nutre la planta.	7
I. Enmiendas calizas	36
Marga	42
Espumas de defecación de las refineries de azúcar.	53
Margas conchíferas	56
Arenas cenagosas.	57
Arena conchífera	59
Arena ramosa	59
Conchas marinas	60
Cernadas	61
Cenizas de turba	62
Cenizas de hulla	63
Cal.	63
Cal procedente de la depuración del gas	73
Enyesado	74
Cenizas piríficas	85
Acción física de las sales en el suelo.	86
II. Estiércol	88
Excrementos sólidos y líquidos del ganado.	90
Yácigas.	97
Pérdida de nitrógeno en los establos.	103
Majada	114
Tratamiento y conservación del estiércol	118
1. ^o Plataformas.	122
2. ^o Hoyos estercoleros	128
3. ^o Conservación del estiércol en los establos.	130
Apreciación del estiércol producido en una finca rural.	132
Composición del estiércol.—Causas que lo alteran	136
Empleo del estiércol.	144
Comparación entre el estiércol y los abonos comerciales.	151
III. Diversos abonos orgánicos.	156
Detritus de ciudades o basuras.	156
Légamos de estanques, balsas, etc.	158
Excrementos humanos.	160
Guanos	169
Guanos fosfatados	170
Guanos de murciélago.	171
Palomina y gallinaza	172
Abono de pescados	173
Abonos verdes	173
Tortas de semillas oleaginosas.	185

Residuos de varias clases.	189
Montones o compuestos	192

IV. Abonos nitrogenados comerciales 194

Sangre	194
Carne desecada.	200
Aprovechamiento de los cadáveres de animales en la granja	202
Cuernos.	203
Cuero tostado	206
Despojos de lana	215
Trapos de lana y de seda.	218
Pelos, plumas, etc.	219
Sulfato amónico	219
Otras sales y productos amoniacales.	224
Cal nítrica o cinamida cálcica	225
Nitrato sódico	228
Nitrato potásico	239
Ensayo del nitrato cálcico en Noruega	241

V. Abonos fosfatados comerciales. 244

Fosfatos óseos	244
Fosfatos minerales	251
Escorias de desfosforización.	260
Superfosfatos	265
Fosfato precipitado	269
ACCIÓN DE LOS ABONOS FOSFATADOS.	270
ASIMILACIÓN RELATIVA DE LOS DIVERSOS ABONOS FOSFATADOS.	295
ACCIÓN RECÍPROCA DE LOS ABONOS FOSFATADOS Y DE LA TIERRA ARABLE	310

VI. Abonos potásicos 322

ACCIÓN DE LOS POTÁSICOS	329
-----------------------------------	-----

VII. Legislación, sindicatos, valor comercial de los abonos 337

Reglamento del comercio de abonos	337
---	-----

VIII. Práctica de la estercoladura y estercoladura de los cereales. 370

ESTERCOLADURA DE LOS DEMÁS CEREALES	388
TRIGO DE MARZO.	390
CENTENO DE OTOÑO.	392
ALCACEL DE INVIERNO.	395
CEBADA DE DOS CARRERAS DE PRIMAVERA.	397
AVENA DE PRIMAVERA	400
Maíz.	404
MILLO COMÚN	406
ALFORFÓN O TRIGO NEGRO	408

IX. Estercoladura de las plantas escardadas 411

PATATAS.	411
REMOLACHAS	418
Empleo de abonos complementarios en el cultivo de la remolacha.	425
Remolachas para semilla.	427
ZANAHORIAS FORRAJERAS	432
NABOS DE DIVERSA ESPECIE.	437
COTUFAS	439
COLES.	448
PASTINACA.	454
TABACO	458
LÚPULO	466

X. Estercoladuras de las leguminosas 470

<i>Leguminosas utilizadas por sus semillas</i>	470
HABICHUELAS SECAS	470
ALGARROBAS	475

GUISANTES	478	PRADERAS	503
LENTEJAS	483	XII. Abonos de las plantas textiles y oleaginosas	516
JUDÍAS	488	LINO	516
<i>Leguminosas de praderas artificiales</i>	<i>493</i>	CÁÑAMO.	521
TRÉBOL ENCARNADO	493	ADORMIDERA	523
TRÉBOL VIOLADO.	497	COLZA.	524
ALFALFA	501	XIII. Abono de los huertos y de plantas arbustivas . . .	530
PIPIRIGALLO	506		
XI. Abono de los prados artificiales	508		
ÍNDICE ALFABÉTICO			553

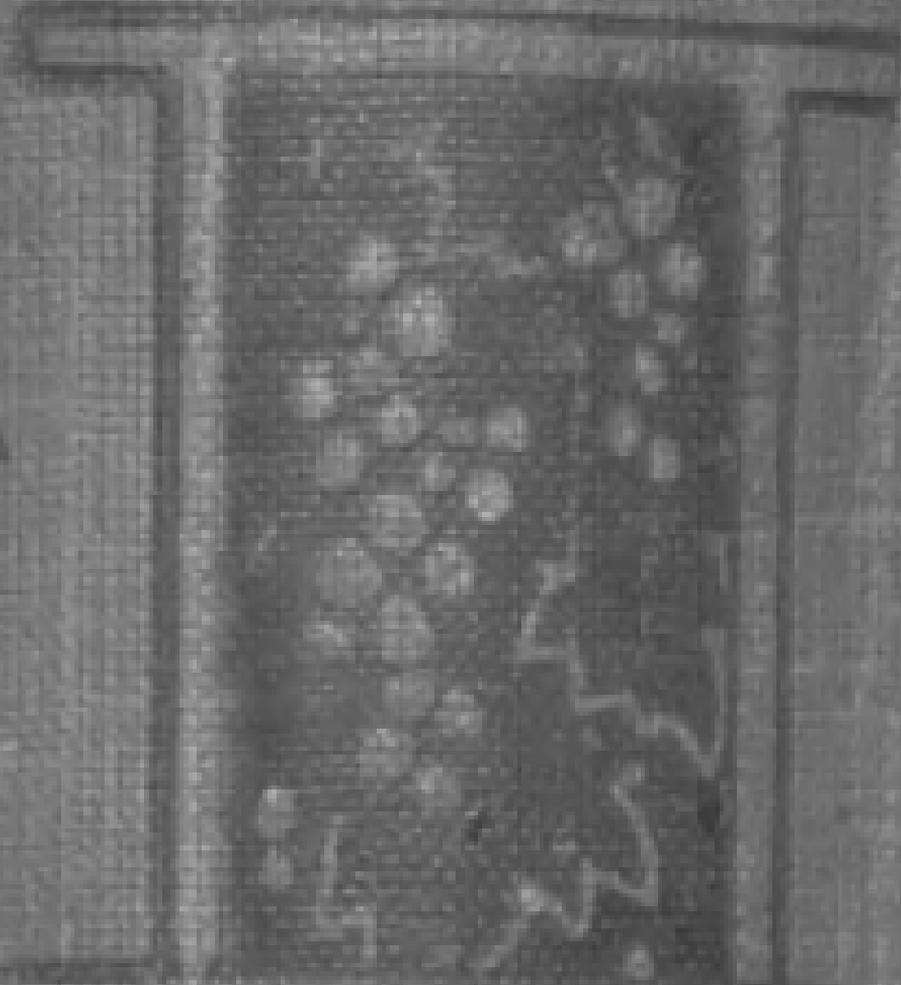
Advertencia

En el capítulo de *Legislación* se ha añadido la referente a España, que, como es natural, no figuraba en el texto francés.

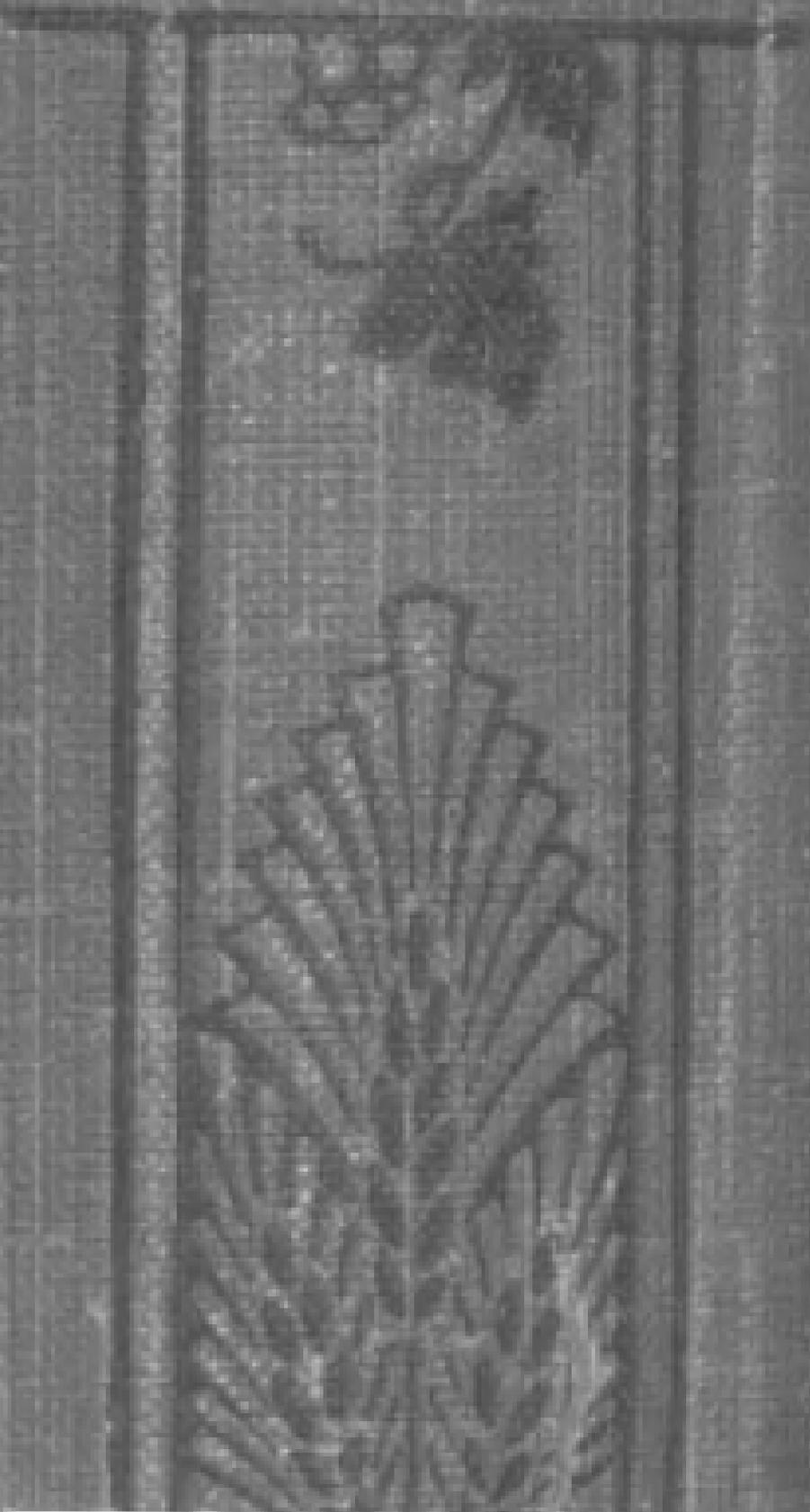
EL EDITOR.



ENCYCLOPEDIA
OF COLA



GA



G 433372