

Enciclopedia Española

Los

Abonos

de la Tierra

4

UNA peseta

Reina y Hija
Litores

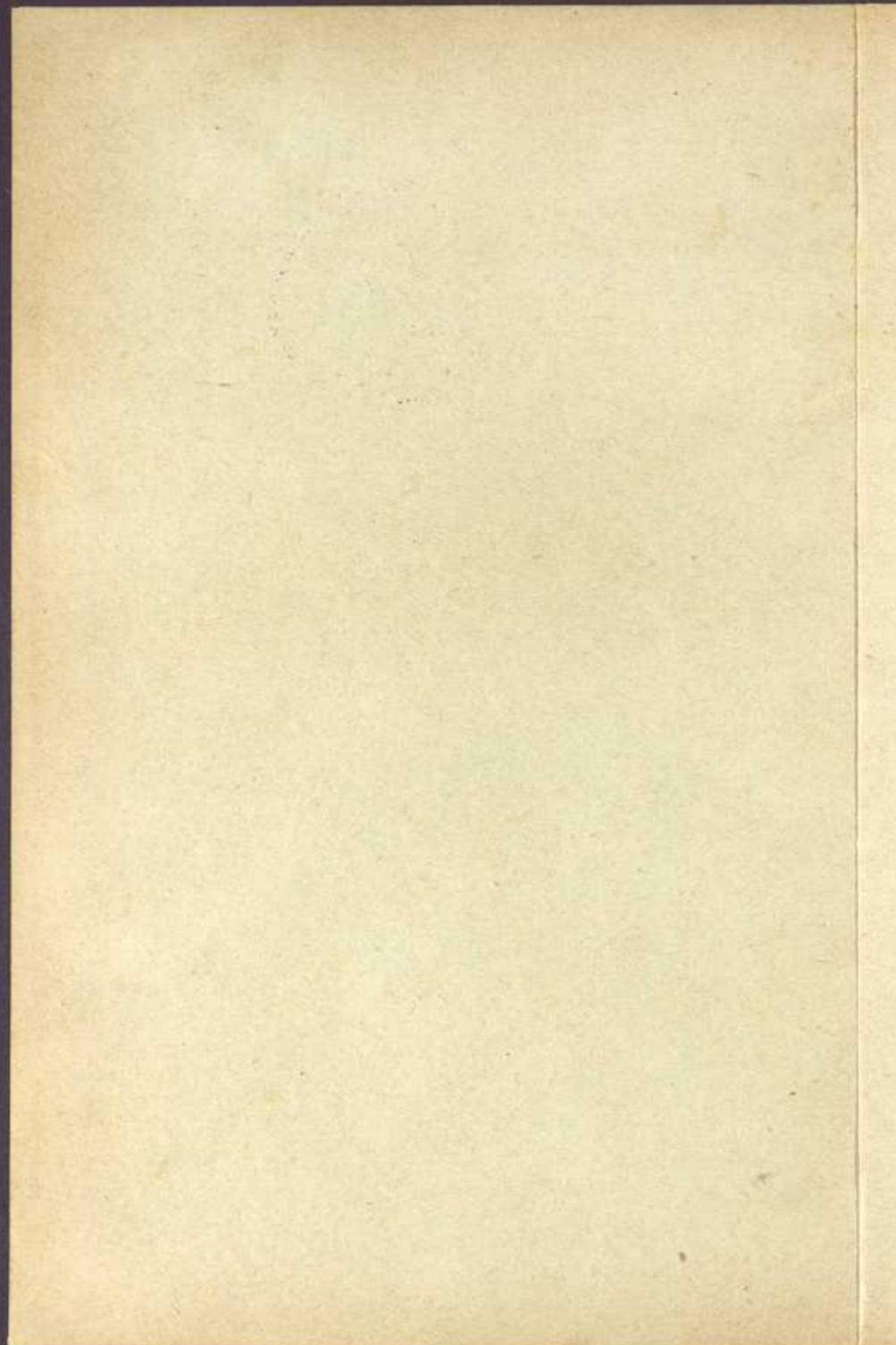
Biblioteca Pública de Teruel

Sala

Estante

Signatura

28-10



F.A. 6424 5



LOS ABONOS DE LA TIERRA



UNIVERSITY OF CHICAGO

ASST. LIBRARIAN

1911

LIBRARY

PHYSICS

CHICAGO, ILL.

FA
6.424

ENCICLOPEDIA ESPAÑOLA

PUBLICÁSE DIRIGIDA POR

D. RAMÓN POMÉS Y SOLER

LOS ABONOS
DE
LA TIERRA



La tierra. — El aire. — Las plantas. — Enmiendas del suelo. — Abonos vegetales. — Abonos animales. — Abonos mixtos. — Abonos químicos.



ROVIRA Y CHIQUÉS - EDITORES

BARCELONA

1903

MR-13.403

~~R-10.424~~

ES PROPIEDAD DE LOS EDITORES

Imp. F. Badia, Doctor Dou, 14.-Barcelona



AL
EXCMO. SR.
DON GUILLERMO DE BOLADERES
Y ROMÁ
CIUDADANO ILUSTRE
ALCALDE
DE
LA CIUDAD DE BARCELONA
PROTECTOR
DE ARTES LIBERALES
Y AGRÍCOLAS



THE
LIBRARY OF THE
CONGRESS
WASHINGTON, D. C.
20540



HUMILDE es la ofrenda, mi señor Don Guillermo, humilde por mía y por las cortas dimensiones de este librejo, bien que no se necesita más, y aun algo sobre tal vez si consideramos que este libro no tiene más objeto que servir de guía fiel y segura á los agricultores españoles en materia tan impor-

tante como éste del abono de sus tierras, acerca del cual se les ha hablado no poco á nuestros campesinos, aunque casi siempre revistiendo la cuestión del más formidable aparato científico, que ha dejado sin fruto los esfuerzos de los más sabios propagadores. Vuesa-merced conoce, muchísimo mejor que yo, los grandes males que apunto, y de ahí que yo me haya hecho el firme propósito de tratar la cuestión lo más llanamente y sencillamente, á fin de que puedan entenderme aquéllos que me han de entender, por donde descubrirá, si lo mira bien, el mérito singular del presente libro, para hacer el cual me he de servir, y no poco, de vuestra experiencia, no escasa, y de vuestros estudios, en los que tomé, en tiempos más dichosos—no por pasados—parte humildísima. Por todo esto, y por otras cosas que me callo, pues sólo

interesan á Vuesamerced y á mí, justo es que honre este libro poniendo vuestro nombre honrado al frente del mismo, para que sea también así perenne testimonio del cariñoso agradecimiento que os guarda y os guardará hasta el fin de su vida,

EL AUTOR.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
540 EAST 57TH STREET
CHICAGO, ILL. 60637

1967

INTRODUCCION

Mucho camino han hecho los estudios agrarios desde cincuenta ó sesenta años á esta parte. Medio siglo hace que discutían aun con ardor los partidarios de los abonos orgánicos y los partidarios de los abonos minerales. Decían los primeros que era fundamento de la fertilidad del suelo la materia orgánica que artificialmente se le proporcionaba. Sostenían con valentia los segundos que no tiene el terreno otra misión,—para los efectos de la nutrición—que proporcionar á las plantas las substancias minerales necesarias á su vida.

El tiempo y la práctica han dado completa razón á los mineralistas, bien que, por otro orden de consideraciones, se reconoce hoy

universal y justamente la utilidad de la materia orgánica.

Dilucidada ya por completo la primera cuestión, esto es, la necesidad de *reconstituir* continuamente el terreno, devolviéndole los elementos que las plantas cultivadas le substraen, gracias al tiempo y al rápido camino que hacía la química, surgió enseguida, planteándose en toda su complejidad y en toda su extensión, el problema del uso de los abonos.

Los agricultores pidieron á los científicos, ó mejor, á la ciencia, indicaciones exactas sobre la cantidad, el modo y el tiempo cómo deben ser empleadas las materias abonantes, con ventaja para las plantas cultivadas.

A cada nuevo paso hacia adelante que daba la química—como ejemplo de la maravillosa actividad humana—se levantaban fábricas y más fábricas, donde con los huesos animales y con los fosforitos se elaboraban los perfosfatos para la agricultura. Luego buscaron en las entrañas de la tierra nitratos y sales potásicas, ó bien fijaban en el ácido sulfúrico el amoníaco que contiene el gas de iluminación... Abrióse ancho el camino á los abonos químicos, que son el más hermoso complemento de los abonos desde la antigüedad usados.

Ya no era lícito, ni era posible, medir la eficacia de las substancias abonantes con el grosero juicio de los empíricos, de los que se empeñan en no seguir el verdadero camino de la ciencia; éstos ignoran la composición exacta de los abonos, y no pueden, por consiguiente, de ninguna manera, establecer las necesarias comparaciones entre los diversos abonos; ni pueden conocer su valor en el suelo, pues se guían únicamente por observaciones superficiales, llevando al juicio definitivo de la cosa la carga inútil de prevenciones y errores...

Espanta considerar los largos años que los agricultores han vivido teniendo por buena, por única, esta noción inexacta de su propio trabajo. Y espanta más todavía pensar que no estamos aun en los tiempos en que el agricultor sea un hombre científico—en el sentido más propio de la palabra—y que entre todos los agricultores del mundo los que están más lejos de esos felices días son los agricultores españoles.

Pero al encontrarse la moderna ciencia del abono en tal estado de perfección y en el camino de su verdadero progreso, se le pusieron delante una infinidad de problemas secundarios que, unos más que otros, todos

ofrecían ciertas dificultades para ser resueltos.

Ante todo, debía averiguarse cómo y cuándo las materias abonantes se hacen útiles á la vegetación, pues esas condiciones varían naturalmente según las proporciones en que se encuentran combinados los elementos útiles que el terreno ó los abonos contienen, y según la aptitud de la planta en apropiárselos y el grado de asimilación de cada uno de aquellos productos.

El cultivo en pequeños cubos de tierra, ó sea en envases de reducidas dimensiones, es el medio mejor que hasta ahora nos ha dado la ciencia para resolver todas las cuestiones de índole general que es indispensable aclarar para dar á la práctica del abono reglas seguras. A Ville, el eminente agrónomo francés, pertenece la gloria de ser el primero que adoptó por sistema dicho medio de experimentación, mientras que el professor Wagner, director de la Estación Agronómica de Darmstad, Alemania, es quien lo ha aplicado á extensísimos estudios, y, lo que todavía importa más, á él debemos la comprobación exacta y la explicación de numerosísimos hechos que han lanzado mucha luz sobre el uso de los diversos abonos en relación con las diversas plantas cultivadas.

Para que se comprenda la importancia de los estudios hechos por Wagner, basta recordar sus instructivas experiencias sobre las escorias, sobre el nitrato de sosa y sobre el sulfato amónico, las cuales han fijado el valor exacto de estos abonos.

El cultivo en pequeños envases, permite eliminar todas aquellas causas de error que no pueden evitarse cuando las pruebas se hacen en campos extensos, aunque se dividan en parcelas.

Y para llegar á la solución definitiva del problema del abono, que varía naturalmente según las cualidades ó exigencias del terreno cultivable, la ciencia ha demostrado que es conveniente recorrer entonces á los *campos experimentales*. Este método, desde este punto de vista recomendado y practicado también por Wagner, permite al cultivador, ya instruído por los ensayos primarios, conocer de un modo definitivo la forma, el modo y la cantidad en que ha de emplear los abonos para obtener el mejor resultado posible de su cotidiano trabajo.

Resumiendo cuánto llevamos expuesto podemos decir que la moderna ciencia del abono se reduce á los tres puntos siguientes: 1.º *Se funda* en el conocimiento exacto de la composición química de la tierra, de la planta

y del abono; 2.º *Determina* la eficacia del abono, respecto de cada planta; 3.º *Establece* el método definitivo que más conviene seguir en cada caso.

Esto es lo que trataremos de hacer en el presente libro, huyendo todo lo posible de vagas generalizaciones, y resumiendo en el menor espacio posible el resultado de las experiencias de muchos hombres y de muchos años.

CAPITULO PRIMERO.

LA VIDA DE LAS PLANTAS

Empezaremos por estudiar la vida de los vegetales, aunque brevemente, pues sabiendo cómo viven, cómo se reproducen y cómo mueren, con mayor facilidad podremos comprender sus necesidades y las podremos satisfacer más concienzudamente, con lo cual ahorraremos mucho dinero y mucho tiempo, y entremos ya, sin más preámbulo, en materia.

Característica vegetal.

Todos los cuerpos esparcidos por la superficie del globo, unos están dotados de *vida*, otros están privados de ella. Los minerales, compuestos de materias brutas, sin movimientos propios, serán por todos fácilmente reconocidos, pues no son otra cosa que una simple asociación ó reunión de partículas homogéneas, moléculas de una misma naturaleza, como la piedra, el carbón, el cristal, la madera...

Los seres vivientes, *organizados*, son susceptibles, por el contrario, de numerosas combinaciones, son compuestos de elementos muy complejos llamados *células*, que reunidos en gran número y afectando formas distintas, constituyen ora la planta, ora el animal.

Los vegetales, como los animales, nacen bajo la influencia de leyes naturales y eternas, se desarrollan, se nutren, se multiplican y mueren en virtud de esas mismas leyes; presentan, en fin, fenómenos físicos y químicos por completo desconocidos en los cuerpos inanimados—minerales.

Existen otros fenómenos, como la voluntad, la sensibilidad directa, el movimiento propio, que son exclusivos del animal y que la planta no posee absolutamente. Empero, hay en lo más inferior de la escala de la creación, como un punto de contacto entre el reino animal y el vegetal, un límite en que los dos reinos se confunden, de tal suerte, que es imposible decir donde empieza el uno y el otro acaba; examinando los organismos más simples por una y otra parte, las afinidades y las analogías se hacen tan evidentes y tan confundibles, que ya no es posible distinguir un organismo vegetal de un organismo animal. Las diferencias entre uno y otro reino van acen-

tuándose cada vez más á medida que subimos la escala de la creaci3n... Para hacernos comprender mejor, diremos que el reino animal y el vegetal son como dos lineas que parten de un mismo punto, pero que toman direcciones distintas, y por esto nadie confundirá un hombre ó un caballo con un ranjo ó una col.

El vegetal aumenta en volumen y en peso—*crece*—á consecuencia de la absorci3n y descomposici3n del *ácido carb3nico* de la atm3sfera y de la fijaci3n del carbono en el seno de su organismo, bajo la acci3n de la luz y del calor. El animal, para llegar á tales fines, absorbe constantemente el *oxígeno* de la atm3sfera, el cual se combina con principios orgánicos—el alimento.

El movimiento y la sensibilidad que distinguen al animal, son resultado de un *centro nervioso*, del cual carece en absoluto la planta.

Obsérvanse, es verdad, ciertos curiosos fenómenos en algunos vegetales, como la *mimosa púdica*, la *sensitiva* y otros; mas sus movimientos, que parecen *voluntarios*, deben ser atribuidos á causas mecánicas ó físicas—calor, luz, electricidad, etcétera. El movimiento sólo es *voluntario* en el animal, en la planta siempre es automático.

Sin embargo, existen numerosos seres vegetales de orden inferior—*algas*—cuyos órganos reproductores obran lo mismo que pequeños animales, y en el reino animal se encuentran multitud de formas tan simples en su estructura, que carecen de cavidad digestiva—*estómago*—; en otros casos la absorción del alimento se efectúa por imbibición, esto es, por todos los puntos de la superficie, como en la célula vegetal. Evidente es, por otra parte, que al sér viviente no le es indispensable un aparato especial para la asimilación de las materias orgánicas que son su alimento, puesto que en la planta vemos cómo sin cesar se efectúa la transformación de la fécula en azúcar, así como el desdoblamiento de las grasas, para dar lugar á cuerpos nuevos. Tales resultados y otros de semejante índole son, no obstante, las consecuencias de una verdadera digestión; durante la germinación, un fermento llamado *diastesis*, posee la facultad de transformar la fécula en azúcar, á fin de que la materia nutritiva pueda ser fácilmente asimilada por el embrión que la necesita para su desarrollo.

La especialísima estructura del vegetal nos enseña también que el ázoe, como en el animal, es uno de los principales elementos constitutivos del organismo de las plantas en

general. Lo que hay de verdaderamente admirable es que los vegetales pueden formar, por medio de la absorción y diversas combinaciones, sustancias compuestas que los animales deben absorber ya completamente formadas para su crecimiento y desarrollo.

En cuanto á la respiración propiamente dicha, ó sea: el cambio de elementos gaseosos, efectúase lo mismo de día que de noche, así en el animal como en la planta.

Sin la descomposición que efectúa del oxígeno, el vegetal no saldría nunca del estado de grano germinativo, así como tampoco podría vivir el animal sin ese elemento vitalísimo, existiendo, además, otros muchos fenómenos comunes á ambos reinos, pero que no creemos necesario detallar aquí.

Las criptógamas.

El estudio del reino vegetal dividese en dos partes principales.

En BOTÁNICA ESPECIAL, que considera á las plantas en su conjunto, estableciendo comparaciones entre ellas, y según sus caracteres y analogías las agrupa y clasifica, procediendo *sistemáticamente* cuando toma por base semejanzas más ó menos arbitrarias ó determinadas de antemano, y *metódicamente* cuando

tiene tan sólo en cuenta para la clasificación analogías naturales. Determina asimismo las condiciones climatéricas y geológicas de cada planta, esto es, fija el clima y el suelo que mejor le convienen, y también las utilidades de cada vegetal. La clasificación natural descansa, pues, en los más salientes caracteres de cada planta, en el conjunto de sus analogías de estructura y en su total organización.

La segunda parte, BOTÁNICA GENERAL ó fisiológica, se ocupa del estudio de la forma, de la estructura, de las funciones y del desarrollo de las plantas, y en general, de todos los fenómenos vitales que se ofrecen á la observación. En esta parte de la botánica se estudian, pues, todos los órganos del vegetal,—*organografía*; sus formas exteriores—*morfología*, y su composición elemental—*anatomía*.

Todas las plantas que se hallan dispersas por la superficie del globo forman dos grandes grupos:—*Criptógamas* y *Fanerógamas*. El primero, lo constituyen los vegetales desprovistos de flores, y el segundo, los que tienen visible el sexo. Estos dos grupos principales se dividen y subdividen en *clases*, *órdenes*, *familias*, *tribus*, *géneros* y *especies*, según los caracteres más ó menos co-

munes que distinguen ó asemejan á los vegetales.

Un solo pie de trigo es efectivamente un individuo, pero en la especie "trigo" se encuentran diferencias individuales, que constituyen las *variedades*. Las *razas* están constituidas por aquel grupo de variedades que son susceptibles de germinar sin diferencias notables.

Primer grupo.—Las *criptógamas*, ó tienen los órganos reproductores no visibles ó se reproducen por *esporos* y son llamados vegetales *celulares inferiores*; no presentan ni tallo, ni follaje caracterizado, ni verdaderas raíces—algas y hongos.

Sabemos ya que existen seres de una estructura elemental, como plantas primarias y protozoarias, rudimentos orgánicos, reducidos á una sola célula, formando el punto inferior de la escala de la creación, así como el hombre constituye el punto más elevado.

Los *hongos*, incapaces de descomponer el ácido carbónico, impotentes para elaborar la materia verde—clorófila—se ven obligados en la lucha por la existencia á tomar preparados sus alimentos de otras plantas, de otros cuerpos más completos y mejor conformados, de lo cual resulta que á esos vegetales no les es indispensable la luz.

Se llaman *saprófitos* cuando viven á costa de seres organizados muertos, y *parásitos* cuando se encuentran sobre seres vivos. Los *bacteriáceos* ó *microbios*—de *micros*, pequeño y *bios*, vida: seres de vida corta—no son otra cosa que hongos compuestos de una sola célula, y se encuentran en las sustancias en descomposición. En la boca tenemos el *Leptotrix bucolis*, que determina la caries de los dientes; el *bacterium termo* se encuentra en los cuerpos putrefactos; el *bacterium aceti* lo vemos en el vinagre, y el *bacterium acedi lacti* en la leche. Las levaduras, que son el agente transformador del azúcar en alcohol y en ácido carbónico—fermentación alcohólica—son igualmente hongos de una célula, aunque mayores que los antes mentados. Podríamos citar todavía dentro de este género la *peronóspora* de la patata, el *oidium* de la vid, etc.

Las *algas* son también vegetales celulares de orden inferior, pero provistos de clorófila, y son capaces de elaborar y preparar sus propios alimentos. El género de las *confervas*, que vive en las aguas dulces, está compuesto de largos filamentos de color verde, simples ó ramosos, cristalinos y articulados. Las *fucus* son unas algas de un color verde obscuro y viven en el fondo del mar, adhirién-

dose á las rocas por medio de un disco. Las *florideas* son de un color algo rojizo y cubren las piedras submarinas que se hallan á poca profundidad, y están compuestas por una simple célula globulosa. Las *diatomeas* son unas algas muy pequeñas que se encuentran en el seno de las aguas y en la superficie de las tierras muy húmedas; sus filamentos son simples y articulados; el sabio DUBY coloca este género al final de la familia de las algas, y es uno de los que supone intermedios entre el animal y la planta.

Los *líquenes* participan á la vez de las algas y de los hongos parásitos, y se encuentran en los troncos de los árboles viejos, en las rocas y en las murallas vetustas. Estos vegetales, tan pequeños é insignificantes á primera vista, tienen fuerza para disgregar las rocas donde viven, con lo cual preparan un centro apropiado para el nacimiento y desarrollo de otros vegetales de un orden superior.

Los *musgos* están también comprendidos entre las criptógamas celulares, y viven en la superficie de nuestro suelo, en el tronco de los árboles y en las rocas, dentro del agua y en donde exista mucha humedad; son de un orden superior á las algas y hongos, y se observa ya en ellos un pequeño tallo, con

verde follaje provisto de nervios primitivos. Los órganos reproductores ó esporos, están encerrados en una pequeña urna llamada esporangio.

Las *equicetáceas*, vulgarmente: *cola de caballo*, son de un orden superior y viven en los terrenos pantanosos; su tallo es hueco y presenta estrías longitudinales que ofrecen de trecho en trecho nudos, de los que nacen unas vainas metidas en un sinnúmero de lengüetas, que semejan hojas verticiladas adheridas entre sí; su esporangio tiene la forma de espiga y está situado en la parte superior de la planta.

Las *licopodiáceas* son plantas terrestres, algunas de las cuales se cultivan en estufa como plantas de ornamentación. Su tallo es rastroero y crece generalmente extendido sobre el suelo, con hojas muy pequeñas y formando series longitudinales.

Con los *helechos* damos fin á estas notas acerca del grupo de vegetales criptógamas, y son en verdad los más interesantes de todos ellos. Son plantas herbáceas, vivaces, de tallo leñoso, formado por un rizoma horizontal, echado en la superficie del suelo. Se han dividido en nueve tribus, según sus caracteres distintivos. Prestan verdaderos servicios al hombre, ya como alimento, ya aplicándolos á

usos medicinales ó industriales, de que son susceptibles algunas de sus variedades.

Segundo grupo: *Fanerógamas*.—En este grupo se comprenden todos los vegetales de orden superior que se componen de raíz bien determinada, tallo, hojas, flores y semillas. Este grupo se subdivide, al igual que las criptógamas, según su organización general.

El embrión de las fanerógamas contiene tan sólo un *cotiledón*—hoja seminal—ó bien dos ó más cotiledones, y por esto dichos vegetales se dividen en: monocotiledóneos, en dicotiledóneos y policotiledóneos, según contengan uno, dos ó más de dichos miembros germinatrices. Los cotiledones son generalmente carnosos ó foliáceos y algunas veces están reducidos á un simple peciolo sin limbo, ó sea, sin hoja, y sus funciones son semejantes á las que verifica el *albumen*, de que luego hablaremos, sobre todo en las semillas que carecen de este órgano.

La semilla de algunas plantas tiene más de un embrión, como por ejemplo en la del naranjo, que tiene dos, tres y hasta más, pero de forma desigual, irregular: la semilla del almendro consta casi siempre de dos embriones, con la particularidad de que el uno parece nacer del otro, pudiendo apreciarse en

cada uno de ellos su pequeño tallo y sus dos cotiledones.

El embrión de las plantas monocotiledóneas es comunmente de forma cilíndrica ú ovoidea; si lo cortamos verticalmente observamos sobre un cuerpo más ó menos elevado, una pequeña prominencia marcada por una abertura oblicua ó vertical: la prominencia representa la yemecilla y la abertura es la que ha de dar paso á las hojas, indicando la separación entre el pequeño tallo y el cotiledón. En las semillas del trigo y otras gramíneas se observa además un parenquima de índole farináceo; por dentro ofrece una hoja carnosa que avanza hasta el tercio de la longitud de la semilla, y contiene otras hojas más pequeñas situadas entre la mayor y la cara dorsal del ovario; estas pequeñas hojas nacen de un cuello ensanchado y adelgazado hacia la base; la hoja más inferior es el cotiledón.

La semilla de muchos vegetales contiene, además del embrión, un parenquima llamado *perispermo* ó *albumen*, destinado siempre á nutrir el embrión: este órgano accesorio existe de un modo muy primario en toda semilla, y cuando el embrión no absorbe más que una parte del albumen, la otra se condensa hasta la época de la germinación, y en este caso el embrión se llama albuminoso;

cuando el albumen es absorbido por completo llámase exalbuminoso. El albumen es de índole farinácea, como en el trigo, ó bien carnosa, oleaginosa, córnea, y algunas veces de consistencia y aspecto parecido al marfil.

Se llama *germinación* el acto por medio del cual el embrión se desarrolla, y despojándose de sus vestiduras empieza á bastarse á sí mismo, pues toma ya del exterior su nutrición. La extremidad libre del tallito, que termina el pezoncillo radicular, es casi siempre lo primero que sale al exterior; después se separa por completo de sus vestiduras, junto con los cotiledones y la yema situada en su parte superior; ésta se prolonga y ascendiendo hacia la superficie del suelo extiende sus diminutas hojas. Al tiempo que esto se efectúa, desarróllase también el pezoncillo radicular, pero en sentido inverso, introduciéndose hacia el centro de la tierra.

Cuando el tallo terminado por los cotiledones se prolonga al efectuarse la germinación, éstos aparecen fuera del suelo y entonces las plantas se llaman *epigeas*, y son de esta clase la habichuela común, el rábano, etc.; si el tallito crece poco y la yema, formando el segundo entrenudo de la planta, se prolonga muy rápidamente, los cotiledones permanecen entonces enterrados y las plantas son llama-

das *hipogeas*, como el naranjo, la encina, el guisante, etc.

El trigo, el centeno, la avena y otros cereales son plantas monocotiledóneas, pues poseen uno solo de estos órganos germinadores; y las judías y otras leguminosas son ejemplos de plantas dicotiledóneas. El abeto y otros árboles resinosos son ejemplares de vegetales policotiledóneos, pues en la parte superior del pequeño tallo de la semilla presentan más de dos cotiledones. Todas las criptógamas, que vimos en el artículo anterior, eran clasificadas antiguamente con el nombre de vegetales *acotileos*, porque como están desprovistos de flores y ramas, carecen forzosamente de cotiledones; todos los demás vegetales, pues, todos los que poseen uno ó más de dichos órganos, están naturalmente comprendidos en el grupo de las *fanerógamas*.

No terminaremos esta parte de nuestro estudio sin decir algo de las plantas parasitarias, sobre las cuales debe dirigir el agricultor su atención, sobre todo desde el interesante punto de vista de su manera de nutrirse. La hiedra, aunque se agarra al tronco de los árboles, toma del suelo exclusivamente su alimentación, así como algunos líquenes y ciertos hongos que se desarrollan sobre la

corteza de los árboles y muchas orquídeas y otros vegetales, que no deben ser considerados más que como falsos parásitos—*epífitos*—pues el tronco de los árboles les sirve solamente de sostén, alimentándose como las demás plantas terrestres. Importa clasificar como verdaderos parásitos los vegetales que toman directamente su alimentación de la planta sobre la cual se desarrollan. Existen plantas parasitarias en el grupo de las criptógamas y en el de las fanerógamas, pero en el primero son mucho más numerosas.

El *muérdago* está provisto de clorófila y puede, por lo tanto, elaborar por sí mismo una parte de sus alimentos, estragando menos así á la planta sobre la cual vive. La *cuscúta* es también un parásito fanerógama, aunque no está provisto de clorófila. La *orobanche* ó yerba tora es incompletamente parasitaria, pues además de la raíz que se pega á la planta, tiene otras raíces libres por medio de las cuales se procura alimentos del suelo ó del aire.

Los parásitos crifógamos—hongos—atacan todas las partes de la planta: raíz, tallo, flor y fruto; más adelante nos ocuparemos de ellos al hablar de las enfermedades de los vegetales.

Anatomía vegetal.

Examinando un vegetal cualquiera del grupo superior, vemos que se compone de cinco partes principales: raíz, tallo, hojas, flores y frutos.

Las plantas en la naturaleza tienen la misión de apropiarse ciertos elementos de la atmósfera y de la tierra, asimilárselos y transformarlos, hasta convertirlos en alimento propio para el hombre y los animales. Las raíces se encargan de apoderarse de los elementos que se encuentran en el suelo, y las hojas se apoderan de los que se hallan en el aire; cada una de las hojas viene á ser como un laboratorio, donde empieza la elaboración de los productos, la cual continúa y termina en las interioridades de los tejidos celulares. La raíz y el tallo están unidos por un punto que nosotros llamamos "cuello."

RAIZ.—Las raíces son esencialmente órganos de nutrición, pues ellas son las que toman del suelo ciertos elementos necesarios á la vida de la planta, y en muchos casos, por su especial conformación, contribuyen á introducir directamente el ázoe del aire en los tejidos del vegetal, como sucede con las leguminosas. Además tienen las raíces la

importante misión de fijar la planta en el suelo; ésta es en algunos casos su misión principal, como sucede en ciertas plantas, de grandes dimensiones, que viven en las hendiduras de las rocas, con poquísima tierra y tomando del aire la mayor parte de sus elementos nutritivos.

Las raíces tienen generalmente tendencia á hundirse en el suelo, á dirigirse hacia el centro de la tierra, mientras que el tallo, atraído por la luz, se desarrolla en sentido inverso. Nunca presentan apéndices, como ramas, hojas ó flores, y si alguna vez encontramos en ellas una especie de brotes, están dispuestos irregularmente. La extremidad de las raíces presenta en su parte exterior un tejido bastante consistente, en forma de capuchón, el cual cubre, protegiéndola, la parte tierna y terminal de la raíz, á la manera de un dedo de guante.

Aunque en general, como ya hemos dicho, la raíz huye de la luz, algunas se encuentran que se desarrollan en el agua—*acuáticas*— y otras en la atmósfera—*aéreas*,— sobre cuerpos vivos, y entonces se llaman *parásitas*, ó bien sobre cuerpos muertos, y son *saprófitas*. Según su origen se las divide en dos grupos: raíces *normales* ó *adventicias*.

La raíz normal proviene directamente y es

la continuación natural y regular de la radícula. Puede ser *fibrosa*, *nudosa* ó *tuberosa*; es lo primero cuando el hacecillo ó manojito que parte del cuello de la planta está compuesto por filamentos largos y poco ramosos; se denomina con el segundo nombre cuando las fibras ofrecen de trecho en trecho ciertas dilataciones, y se llama tuberosa cuando presenta depósitos ó bultos feculentos. La clase de las orquídeas tiene una raíz fibrosa y tuberosa á un tiempo: las fibras son órganos de absorción, y los bultos ovoideos son depósitos de jugos nutritivos.

En la remolacha, la zanahoria y la achicoria silvestre, la raíz es tuberosa simple, pues se compone solamente de un tronco ó eje, desprovisto de gruesas raíces secundarias, y se introduce perpendicularmente en el suelo; el manzano y el peral tienen raíz tuberosa ramosa, pues se compone de un eje primario provisto de raíces secundarias muy fuertes y algunas veces muy desarrolladas, como en el roble. La raíz fibrosa es propia de los vegetales monocotiledóneos, como el espárrago, el trigo, la avena.

En relación á su consistencia, las raíces se dividen en *herbáceas*—plantas anuales; en *leñosas*—árboles; y en *carnosas*—tubérculos.

Se llaman *pelos radicales* unos pequeños apéndices que se encuentran en la superficie de las raíces, hacia sus extremidades, cuyos órganos son los especialmente encargados de absorber del suelo las sustancias nutritivas que han de alimentar al vegetal. Antiguamente se creía que la parte esencialmente absorbente de la raíz eran sus extremidades, pues se las veía como vestidas de un tejido más joven, al cual se atribuía la propiedad de absorber en grandes cantidades sustancias líquidas, que servían luego para la nutrición de la planta. Pero no hay nada de esto; las tales extremidades están en absoluto desprovistas de órganos absorbentes, y por el contrario, están envueltas por un tejido poco permeable y bastante duro, llamado *capuchón*, y más bien parecen destinadas á abrirse un camino á través del suelo, para permitir el desarrollo de la raíz. Esto se prueba fácilmente dejando que tan sólo las extremidades de la raíz de una planta cualquiera toquen en el agua; como dichas extremidades carecen de la propiedad de absorción, la planta se mustia en seguida.

Las raíces llamadas *adventicias*, pueden ser naturales ó producirse artificialmente por medio de esquejes ó injertos. Entre las del primer grupo podemos citar las de la hiedra,

planta de tallo muy débil, por lo que no puede sostenerse á sí misma, y provista de asideros, con los cuales se agarra á los cuerpos que halla próximos, árboles ó paredes. Son de notar ciertas plantas tropicales que en su parte superior presentan verdaderas raíces, las cuales, descendiendo poco á poco acaban por penetrar en el suelo.

Es curioso el hecho observado por Duhamel, el cual prueba que la raíz, lo mismo que el tallo, puede producir yemas y flores... en ciertos casos. Este célebre botánico arrancó un día un árbol y volvió á plantarlo, pero al revés, es decir, enterró en el suelo las ramas y dejó al aire las raíces; al cabo de poco tiempo pudo observar que las raíces expuestas á la acción de la atmósfera producían yemas y flores, y que las ramas enterradas habían dado nacimiento á verdaderas raíces.

Como conclusión práctica de lo que llevamos dicho hasta aquí puede deducirse que las plantas de raíz tuberosa y las de raíz fibrosa no toman su alimento de las mismas capas del suelo y que por lo tanto pueden sin desventaja alguna ser cultivadas simultáneamente en un mismo campo, ó bien, si esto se prefiere, porque de este modo se simplifica el cultivo, hacer que las primeras sucedan á las

segundas, esto es, que las plantas fibrosas sean cultivadas *antes* que las tuberosas: los cereales primero que las remolachas. Además, debe tenerse presente que el suelo debe ser en todo caso laborado más profundamente para los vegetales de raíz fibrosa, como será también conveniente que en la época de la plantación se corte la punta del tubérculo, con el fin de provocar el desarrollo de un mayor número de raicillas que tomen su nutrición de las capas superiores.

A ser posible que nuestra vista penetrara hasta cierta profundidad del suelo, nos daríamos fácilmente cuenta de la gigantesca lucha por la existencia que libran las raíces de una capa del suelo con todas las que encuentra entorno suyo. Esto ha determinado la necesidad de restituir á la tierra los elementos que los vegetales le han robado y asimismo la conveniencia de alternar los diferentes cultivos.

Las raíces llamadas *adventicias* no reconocen como punto de partida la germinación, puesto que no nacen junto con el tronco de la planta, sino que se presentan en otras partes del vegetal, en las ramas, en las hojas, etcétera. Son órganos suplementarios, que toman una dirección descendente, lo mismo que la raíz normal.

El tallo subterráneo — *rizoma* — produce también raíces adventicias, y podemos admirar hermosas raíces aéreas en la vainilla, en muchas orquídeas, en las palmeras y otras muchas plantas, las cuales parten de diferentes puntos del tallo y penden en el aire, del cual toman sus elementos nutritivos. Las hojas de Gloxinia y de Begonia desarrollan con frecuencia raíces adventicias, lo mismo que las flores y los frutos de algunos Cactus.

El fresal produce ramas rastreras, provistas de nudos, de hojas y de raíces adventicias, que luego penetran en el suelo, determinando el nacimiento de nuevos individuos.

Otras muchas plantas que viven en nuestros climas tienen la particularidad de producir esa clase de raíces aéreas, si bien el calor tropical y saturado de humedad imprime á su desarrollo una extraordinaria actividad, por lo cual son más frecuentes en los países cálidos. Algunos cereales — maiz y trigo de Turquía — presentan también en tierras calientes y en años de mucha humedad, fibras radicales ó raíces aéreas, que nacen de los nudos inferiores del tallo y descienden hasta penetrar en el suelo.

La vid, el lirio de los valles, la primavera y otros muchos vegetales nos presentan esos órganos suplementarios en plena vida y des-

arrollo. El hombre ha sacado partido de ese modo de reproducción para determinar el desarrollo de raíces en una rama separada de la planta madre y por otros medios, que los jardineros y hortolanos conocen de sobras, como por ejemplo el de levantar el suelo entorno del tallo para dar más apoyo á la planta y para que se alimente mejor con la emisión de nuevas raíces, lo cual se hace comunmente con el maíz, el tomate, la patata, etc.

Las cortas raíces de la piedra llamadas *garras*, y que se hallan como pegadas á la muralla ó árbol que las sustenta, sirven para fijar y sostener los tallos de la planta, pero se convierten en verdaderos órganos absorbentes en cuanto se ponen en contacto con la tierra.

Los *chupadores* son también una especie de pequeñas raíces adventicias, con ayuda de las cuales ciertas plantas parásitas desprovistas de hojas, toman su alimento de los tejidos de las plantas que han escogido, las cuales no tardan en perecer, agotadas por aquella especie de sanguijuelas. La guerra que hacen las plantas parásitas que tienen hojas, como el *muérdago*, es mucho menos terrible, pues sus hojas añaden siempre un suplemento de nutrición, que toman de la

atmósfera, á los elementos robados á la planta que han convertido en víctima suya.

La vida de los vegetales se calcula según la duración del tronco ó tallo. Para este fin se dividen todas las plantas conocidas en tres grupos, que son: plantas *anuales*, plantas *bisanales* y plantas *vivaces*.

Las primeras en el espacio de un año ó menos recorren todos los períodos de la vegetación — germinación, florecencia y fructificación — para morir después de la cosecha de los granos, como los cereales. Las plantas del segundo grupo, ó sea, las llamadas *bisanales*, necesitan dos años para llegar al final de su existencia, sacando en la primera estación un tallo muy corto que en la segunda crece más ó menos y del cual parte un grupo de hojas; después viene la flor, de ésta el fruto y enseguida la muerte; los vegetales de este grupo pertenecen generalmente á la clase de los tubérculos. Finalmente, una planta se llama *vivaz* cuando su tronco persiste un número de años más ó menos largo — *árboles*. Existen también vegetales de tronco vivaz, pero cuyo tallo herbáceo no dura más que una estación, como los espárragos y otras plantas.

Digamos ahora, para terminar esta breve monografía sobre la raíz, que parece estar

dotada de cierto instinto que la guía para escoger en el suelo los elementos que son necesarios á su formación y á la existencia de la planta. Una planta, sea de la clase que fuere, deja siempre al cabo de cierto tiempo agotados los principios que necesita para su nutrición y que antes se encontraban en grandes cantidades en el suelo; por lo cual es indispensable reemplazar aquella por otra planta de distinta naturaleza, y además restituir al suelo los elementos que la primera le robara, si se quiere continuar teniendo cosechas productivas.

Las plantas silvestres, que mueren y se entierran en el mismo suelo donde han nacido, devuelven á éste, que ha sido como su madre, las substancias minerales que durante su vida le robaron, lo cual no sucede con los vegetales que el hombre cultiva y aprovecha para su alimentación y la de los animales, y de ahí también la necesidad de los abonos.

EL TALLO.—El tallo es la parte ascendente de la planta, que se dirige generalmente hacia el cielo, para desarrollarse en la atmósfera, dándosele entonces el nombre de tallo *aéreo*; como la raíz, puede también desarrollarse en el agua, y se llama *acuático*, ó en la tierra, llamándose en ese caso *subterráneo*. El tallo

es el encargado de sostener las hojas, las flores y los frutos.

El tallo ó *caule* existe en todos los vegetales fanerógamas; pero en algunos es tan pequeño que parece no existir, y de ahí el nombre de *acaules*—sin tallo—que se da á todas las plantas que no ofrecen ostensible este órgano, intermediario entre la raíz y las hojas y encargado de conducir y distribuir las materias nutritivas absorbidas ó elaboradas.

El tallo toma, como la raíz, el nombre de *vivaz* cuando vive varios años, por ejemplo, el fresal; se llama *ánuo* cuando vive un año solo, como el trigo y demás cereales, y se llama asimismo *bienal* cuando subsiste dos años—zanahoria—en cuyo caso el primer año sólo produce hojas y en el segundo muere después de florecer y fructificar. Como en la raíz también, el tallo se llama, según su consistencia, *herbáceo* cuando es muy tierno y cargado de jugos, como lo son todos los anuales, muchos bienales y algunos vivaces; se denomina *leñoso* cuando vive muchos años y ofrece madera ó corteza bien desarrollada, como los árboles en general; y damos el nombre de *semi-leñoso* al tallo que es únicamente duro en su base, subsistiendo varios años fuera del suelo, al paso que sus ramas

y demás órganos aéreos perecen y se renuevan cada año, lo cual sucede con la ruda, la salvia y otros vegetales.

El *rizoma*, ó tallo subterráneo, es un tallo análogo á la raíz, según ya vimos, de la cual difiere principalmente por su modo de crecer y por originar raicillas propias. Consiste en un tallo rastrero, ofreciendo algunas veces una inclinación oblicua, pero casi siempre horizontal, y se desarrolla en el interior del suelo, aunque muy cerca de la superficie; las fibras, las yemas y las hojas que produce se dirigen naturalmente hacia arriba buscando la luz y los elementos nutritivos que encierra la atmósfera.

El *bulbo* es un tallo subterráneo, corto, de forma aplastada, redondeada, y que constituye un vegetal completo, comprendiendo las siguientes partes: 1.º el platillo, ó piaca carnosa más ó menos convexa, de donde nacen precisamente las raíces que se dirigen hacia el interior del suelo; 2.º las túnicas ó escamas carnosas que arrancan de dicho platillo á manera de hojas y se mantienen muy apretadas entre sí; 3.º una yema colocada más ó menos regularmente en el mismo tallo, protegida por escamas y formada de hojas y de flores; 4.º una ó varias yemas laterales llamadas búlbulo ó cebolletas, y las cuales están des-

linadas á reproducir la planta. Es un buen ejemplo del género el bulbo de la azucena.

El bulbo se llama "tunicado" si las hojas exteriores forman entorno de la base del tallo verdaderas vainas encajadas perfectamente unas dentro de otras—cebolla común—; llámase "escamoso" cuando las hojas que lo forman son estrechas, planas y empizarradas en varias series—azucena—; se denomina con el nombre de "macizo" ó sólido, el bulbo que está formado por hojas muy apretadas y que se confunden con el platillo, apareciendo éste extraordinariamente desarrollado—azafrán—; y se llama "superpuesto" si los bulbos ó cebolletas situados en la parte superior del bulbo están colocados unos encima de otros.

El *tubérculo* es también un tallo corto, hinchado, carnoso, más ó menos subterráneo y provisto de botones ó rosetas, conteniendo materias nutritivas en depósito para el desarrollo ulterior de la planta. Los tubérculos de patata son verdaderos tallos provenientes de los ramajes tuberizados, al revés de los hinchamientos que se observan en la dalia, los cuales son verdaderas raíces, pues son incapaces de producir nuevas plantas si no tienen adherida una buena parte del cuello.

El tallo es generalmente cilíndrico, pero

en determinados vegetales se presenta cuadrado, triangular, cónico, aplastado, etc. Puede también ser lampiño, liso, áspero, pubescente, peloso, lanoso, borroso, espinoso, escamoso, glanduloso, algodonoso, velludo, etcétera, cuya nomenclatura no explicamos porque ya por sí sola hace comprender los caracteres que distinguen á unos tallos de otros.

Entre las plantas trepadoras, las hay que se enrollan entorno del cuerpo que les sirve de sostén, y son llamadas *colúbiles*; entre éstas las hay que se enrollan hacia la derecha y otras hacia la izquierda.

YEMA.—La yema ó botón está constituida en su primera edad por una pequeña masa de tejido celular que se continúa por medio de un radio medular: al principio vive oculta debajo de la corteza, mas luego empuja á esta y forma sobre el tallo un bulto saliente. Enseguida, sus células se organizan en fibras y vasos que se comunican con los análogos pertenecientes á la planta que de ella emana.

Generalmente la yema es axilar, es decir, se encuentra en el punto de intersección formado por el tallo y la hoja. De no ser así, la yema es llamada adventicia. Las yemas se dividen en *folíferas* y en *floríferas*, ó sea: productoras de madera y hojas, ó bien de

flores y frutos. La primera no contiene más que un eje y algunas hojas en estado rudimentario, de cuyo desarrollo nace después una rama. Las yemas floríferas no encierran más que una inflorescencia en estado también rudimentario. Hay, además, yemas mixtas, como en el peral, que producen hojas y flores á la vez. La yema florífera, que es por lo común más redondeada que la productora de madera y hojas, suele, en algunas especies de plantas, dar nacimiento también á una producción ramificada en la cual cada ramita secundaria es terminada por una flor.

En muchas plantas herbáceas, las yemas foliáceas se presentan desnudas, es decir, formadas exclusivamente de un eje y un grupo de hojas rudimentarias; pero en otros vegetales, especialmente en los climas fríos, y cuando no han de desarrollarse hasta llegada la primavera, aparecen envueltas por escamas protectoras ó cubiertas de finísimo vello ó bien de una ligera capa de barniz resinoso, como en el castaño y la magnolia.

Las *bulbillas*, yemas de procedencia aérea, se desarrollan á lo largo del tallo de ciertas plantas y otros vegetales, después de haber echado raíces en el suelo, como sucede con algunas plantas del género de las *rununculáceas*.

HOJAS.—La hoja es una expansión del tallo, y por lo común se presenta plana, de color verde, más ó menos subido, y en posición horizontal, naciendo de los nudos vitales. Las hojas tienen la misión importantísima de poner el vegetal en comunicación con la atmósfera.

Son las hojas resultado del ensanchamiento ó separación de un pequeño haz fibro-vascular, cuyas ramificaciones dejan entre sí vacíos que el parenquima se encarga de llenar. El punto del tallo ó de la rama que sirve de base á la hoja forma una pequeña protuberancia, en la cual, al caer la hoja, queda una cicatriz muy perceptible. Las hojas, aparte de las raíces de la planta, sin las cuales ésta no existiría, son órganos esencialísimos para la nutrición: absorben de la atmósfera los gases y las sustancias líquidas que han de contribuir al crecimiento del vegetal; además sirven para la traspiración y la exhalación de las materias inútiles ó perjudiciales que la planta contiene y en su tejido es donde, haciendo como de laboratorio químico, la savia absorbida por la raíz y conducida á través del tallo, despójase de los jugos acuosos que siempre contiene, transformándose en pura sustancia nutritiva para el vegetal.

La hoja es el órgano vegetal que mayor

número de modificaciones y metamorfosis sufre, siendo por esto uno de los datos más importantes de que los naturalistas se han servido para la diferenciación y clasificación de las especies.

La estructura anatómica de las hojas es igual á la del tallo; se compone de un haz fibro-vascular, acompañado de parenquima, el cual ya formado antes de separarse del tallo se extiende formando un limbo apenas se desprende de él—hoja *sentada*—ó bien se conserva indiviso en una extensión más ó menos larga antes de abrirse, formando el peciolo ó *cola* de la hoja, y entonces se llama *peciolada*; los nervios del limbo compó-nense de fibras y vasos y de parenquima y tejido celular, el cual viene cubierto, así como el peciolo, por una capa de epidermis muy delgada. El peciolo, antes de ensancharse en limbo forma muchas veces una vaina ó estípulas; sucede lo primero, cuando los haces parciales que lo componen se separan unos de otros aunque sin divergir; las estípulas aparecen cuando los haces laterales al peciolo se separan en sentido divergente.

La posición que ocupan los elementos del haz fibro-vascular que del tallo pasa á la hoja, indica claramente que el limbo de ésta puede compararse á un tallo aplanado, cuyas

fibras y vasos se han extendido, en lugar de permanecer en forma cilíndrica y cuya extensión ofrece una latitud favorable al desarrollo de las células que componen el parenquima: la cara inferior de la hoja, que representa el sistema cortical del tallo, es casi siempre más rico en vello y en estomas que la parte superior, que corresponde al sistema leñoso. Las células del parenquima están llenas de clorófila y ofrece de ordinario en las hojas planas dos regiones bien marcadas: la superior ó interna y correspondiente al sistema leñoso contiene una ó varias series de células oblongas, yuxtapuestas perpendicularmente debajo de la epidermis; la región interior está compuesta por células irregulares. Las hojas que viven sumergidas carecen de fibras y de vasos; su parenquima queda reducido á células prolongadas dispuestas en series poco apretadas entre sí y de consiguiente muy permeables al líquido en que están sumergidas. La hoja en su primera edad no es más que un pequeño tubérculo puramente celular, que se aplana después en lámina, preparándose para su ulterior desarrollo.

El peciolo ó cola de la hoja puede ser de forma cilíndrica, acanalada, prismática, estriada, etc., como es fácil observar examinando ligeramente diversas plantas.

La hoja se dice "estipulada" cuando de su peciolo, ó, cuando éste no existe, del propio limbo, arrancan apéndices más ó menos análogos á las hojas; un buen ejemplo de esto es la hoja del pensamiento. Las estipulas se llaman persistentes si duran tanto como la hoja misma, lo que vemos también en el pensamiento; caducas, si caen en la época del retoño, como en la encina; foliáceas, cuando tienen el mismo color y consistencia que las hojas que acompañan, y se llaman también escamosas, membranosas, espinosas, etc., nombres que no es necesario definir, pues por sí mismos dan á comprender suficientemente la naturaleza de la cosa. La *ligula* ó lengüeta de las gramíneas no es más que una estipula axilar, que brota en el punto de separación del limbo y del peciolo, y es un buen ejemplo de peciolo *envainador*, pues se ensancha desde la hoja al limbo, formando como una vaina que envuelve por completo el entrenudo.

Los nervios de la hoja se llaman *paralelos* cuando en lugar de ramificarse y extenderse, permanecen indivisos á todo lo largo del limbo—lirio;—*ramosos* cuando se ramifican y se subdividen por toda la superficie del limbo—cerezo. Las hojas denominanse radicales cuando brotan muy próximas á la raíz,

como en la violeta, y caulinares si nacen del tallo ó de las ramas.

Por lo general, el color de las hojas es el verde; muchas de ellas, sin embargo, presentan diferentes y variadísimas coloraciones, aunque casi nunca carecen por completo del color verde.

En cuanto á su forma, las hojas presentan una tan grande variedad, que sin vacilación podemos afirmar que no hay dos especies de plantas que tengan hojas iguales, y aún en una planta misma las hojas inferiores suelen diferenciarse mucho de las hojas superiores. A las hojas se las nombra según la forma especial que ofrecen, y así se dice que son acorazonadas, cuando presentan más ó menos groseramente la forma de un corazón; ó bien lanceoladas, aflechadas, semilunadas, etc.

Hay hojas llamadas *sencillas* y hojas *compuestas*. Es sencilla cuando, aunque sean muy penetrantes las particiones que dividen la hoja, éstas no lleguen á destruir la continuidad de su contorno; y es compuesta, si presenta tres ó más limbos distintos ó separados entre sí, pero articulados sobre un peciolo único y común á todos; dichos limbos ó partes de una misma hoja reciben entonces el nombre de *hojuelas*. El peciolo que sostiene á toda la hoja se llama peciolo principal, y

peciolillo el que corresponde á cada una de las hojuelas. La hoja simple se llama *descompuesta*, si presenta un gran número de divisiones desiguales, que á su vez se subdividen de un modo irregular é indefinido, como se ve en la mayoría de las plantas umbelíferas— peregil, zanahoria, etc.

Los *zarcillos* son unos órganos filiformes que se arrollan en espiral y que en algunas plantas sirven para fijarse en los cuerpos próximos. En general proceden de las hojuelas que se transforman en simples filamentos. En el guisante, se convierten en zarcillos, además de la hojuela terminal, las dos laterales más cercanas. La vid tiene, junto á cada hoja, un zarcillo que está formado por los pedúnculos ó ramos floríferos, y llevan flores alguna vez, aunque siempre estériles. Los zarcillos son simples cuando representan el peciolo ó el nervio medio; se llaman ramosos cuando vienen formados por varios nervios, en cuyo caso la disposición palmeada de sus filamentos revela de un modo claro su naturaleza orgánica.

Para terminar esta breve monografía de la hoja, reproduciremos las curiosas observaciones hechas por Trecul sobre la formación de tan importante órgano vegetal. Este sabio botánico admite cuatro tipos principales, se-

gún los que se constituyen esos órganos: la formación basífuga, la basipeta, la mixta y la paralela.

En la primera forma se constituyen todas las partes de la hoja de abajo arriba, esto es, las de más edad son las que se hallan en la parte inferior. En la forma basipeta, el raquis ó eje de la hoja aparece primeramente, y á sus lados nacen, empezando por arriba, los lóbulos y las hojitas, de suerte que la cima se forma antes que la base; en esta formación es de notar, además, que los nervios secundarios y sus dientes aparecen también en sentido de arriba abajo. En la forma mixta véanse confundidas las dos formas anteriores. En la forma paralela, como ya indica la misma palabra, todos los nervios nacen juntamente.

Hasta aquí de la hoja, dejando aparte un sinnúmero de detalles que en estos breves apuntes no es posible consignar.

Podríamos hablar todavía extensamente de otros órganos que son fundamentales en las plantas; pero prescindiremos de ello, porque no cabe en los estrechos límites que nos impusimos al empezar á escribir estas brevisimas notas. Sólo si diremos algo del *óvulo*, por su mucha importancia en la anatomía del vegetal.

Se llama *óvulo* á la semilla que no ha sido

fecundada aun, que se halla en su estado primitivo. Su desenvolvimiento se efectúa del modo siguiente: al principio forma en el interior del ovario una pequeña protuberancia que se llama núcleo; después se desarrolla entorno de la base de éste una especie de corona que va subiendo hacia arriba á medida que crece el núcleo, hasta que llega á envolverle por completo, quedando el núcleo en su interior. Mientras tanto se ha ido desarrollando una segunda envoltura que acaba por cubrir enteramente á la primera; el saco exterior se llama exostoma y el interior denomínase endostoma. En el tegumento exterior es donde se inserta el funículo, ó cordón alimenticio, que luego atraviesa el tegumento interno, hasta llegar á la base del núcleo, en donde se ensancha en un tejido celular bastante denso y allí forma como una expansión llamada "chalaza." El núcleo entonces va ahuecándose en su parte céntrica, formando una cavidad que se dilata ó extiende en toda su longitud, quedando adherida esta especie de bolsa por sus dos extremidades á las células que la rodean. Las paredes de esa cavidad se cubren de un tejido celular mucilaginoso, que se desarrolla desde las paredes hacia el centro, acabando por llenar la cavidad del saco embrionario. Esta subs-

tancia es la destinada á la alimentación de la plántula y se denomina "albúmen"—*perispermum*.

La fecundación del óvulo se anuncia por la presencia de un cuerpo nuevo que aparece suspendido en la parte superior del saco embrionario, y el cual formará el embrión. Pronto desaparece la vesícula que encerraba la materia glutinosa de que se compone el cuerpo extraño antes citado, y ésta invade la cavidad del óvulo absorbiendo el albúmen que contenía, quedando entonces formado definitivamente el embrión.

ORGANOS SECUNDARIOS.— Después de la breve descripción de los órganos fundamentales del vegetal, tócanos decir algo de ciertos órganos secundarios y que tienen poca ó ninguna influencia sobre los fenómenos de la vegetación.

Las *glándulas* son unos pequeños órganos de forma variable, pero formando casi siempre una especie de protuberancias en el tallo ó ramas de la planta, y las cuales segregan líquidos muy distintos: aceites, ácidos, gomas, jugos, y algunas veces hasta venenos. En algunos vegetales aparecen las glándulas, no solamente en el tallo y en las ramas, sino también en las hojas y en las flores.

La estructura de las glándulas es celular,

y en general están formadas por una sola célula, como las que se ven en el cáliz de la salvia. Algunas veces la glándula se eleva de un modo muy prominente y entonces se le dá el nombre de *pelo-glanduloso*, que no se diferencia de los ordinarios,—de que luego hablaremos— más que por el líquido que contienen. Los pelos de la ortiga, que son glandulosos, están formados por una sola célula cónica, pero revestida de una serie de células epidérmicas; su base se dilata en forma de bulbo y la cima se encorva ligeramente; su extremidad frágil es la que al romperse dentro de la piel en que ha penetrado, desprende el jugo venenoso que contenía. Los hay también en forma de lanzadera y se componen de una célula colocada en sentido horizontal sobre la hoja, adherida á ésta por su centro, mediante una glándula que le sirve de base.

Las glándulas propiamente llamadas así, difieren de los pelos glandulosos en que son poco salientes sobre la epidermis. En algunos vegetales las glándulas están escondidas en el interior de la corteza, aunque siempre muy próximas á la epidermis; en tal caso se llaman vesiculares y se encuentran ejemplos de ellas en las hojas del hipericón, del mirto,

y en la corteza del naranjo, la cual contiene un aceite sumamente volátil.

Los *pelos* son órganos celulares también y que aparecen principalmente en las ramas y con mucha frecuencia en el peciolo, en los nervios y en la cara inferior de las hojas, sobre todo cuando tales órganos son jóvenes todavía. Los hay formados por una sola célula, la cual se prolonga y se levanta verticalmente, y las hay asimismo compuestas de varias células que se mantienen unidas punta con punta. Algunas veces estos pelos, á cierta altura, se ramifican en forma de tridente ó estrella.

Los *aguijones* están compuestos de un tejido celular semejante al del corcho. No deben confundirse con las espinas, aunque no es fácil el error, pues, además de su distinta estructura anatómica, las espinas aparecen siempre colocadas en posición regular, ya que no son más que órganos transformados y algunas veces son ramas abortadas, mientras que los aguijones aparecen en el tallo, en las hojas y hasta en las corolas, sin orden ni regularidad alguna. Por su naturaleza y sus caracteres, los aguijones no parecen ser otra cosa que pelos que por medio de un desarrollo excesivo se han engrosado y endurecido, haciéndose por consiguiente

punzantes. En el rosal vemos ejemplos de agujijones en todos sus grados de desarrollo.

LA FLOR.—Después de estudiados más ó menos brevemente los órganos elementales y secundarios de la vegetación, tócanos entrar en el estudio de la flor y del fruto, que son los pertenecientes á la reproducción. Todos los vegetales perecen en plazo más ó menos largo, y sus especies no persistirían sin la misión de reproducirlos que la naturaleza ha confiado á la hermosa flor.

La *flor*, en general, es pues la parte de la planta que encierra los órganos de reproducción, unas veces reunidos los dos sexos, otras veces separados. La flor descansa sobre un órgano llamado *pedúnculo*, y considerado como prolongación ó ramificación del mismo tallo. Es uno de los órganos principales en el fenómeno de la florescencia. En la parte superior del pedúnculo aparece el receptáculo —que luego describiremos— y puede definirse diciendo que es como un ramo terminado por una flor. El pedúnculo principal suele dividirse en otros varios, los cuales toman el nombre de pedúnculos secundarios, y si nacen de éstos otros todavía, se llamarán terciarios; otro de los órganos que intervienen en la florescencia son las *brácteas*, especie de hojas, por lo común muy pequeñas, que aparecen

colocadas en posición alternada y de cuya axila con la rama nace el pedúnculo que sostiene á la flor. En algunas plantas estas hojas aparecen más ó menos coloreadas, y siempre se van modificando á medida que se aproximan á la flor. En el tilo presentan las brácteas un gran desarrollo y éstas ofrecen un carácter muy especial, pues el pedúnculo está fuertemente soldado en el centro de la bráctea, figurando que nace de allí, cuando en realidad parte, igual que en los demás vegetales, de la misma axila.

La florescencia se llama indefinida cuando el pedúnculo primario no termina en una flor, sino que se prolonga indefinidamente y no florecen más que los pedúnculos secundarios, que nacen también de la axila de las hojas, como se ve en la zanahoria, cerezo, alelí, etc. Se llama florescencia definida cuando el eje primario ó pedúnculo principal termina en una flor, sucediendo lo mismo con los pedúnculos secundarios que nacen de la última hoja de cada uno, como se observa con las campánulas, miosotis, etc.

El *receptáculo* es casi siempre unifloral; un ejemplo de excepción es la higuera. Se les aplican nombres especiales, deducidos de su propia forma, y así se dice: receptáculo estrecho, ancho, convexo, cónico, etc. El re-

céptáculo está casi siempre limpio, pero algunas veces se cubre su superficie de una substancia carnosa, en forma de rosario, que aparece entre los estambres y los carpelos, tomando el nombre de *disco*.

En las fanerógamas, la flor completa está formada por cuatro verticilos, ó series de hojas; éstas aparecen transformadas y tan cercanamente sobrepuestas que no hay entrecruce de uno á otro verticilo. Ya hemos indicado que los verticilos que constituyen la flor proceden de hojas transformadas, y forman, modificando su tejido, su color y su consistencia, el cáliz, la corola, el andróceo y el pistilo, revelando á veces su origen con el aspecto y color de las hojas comunes.

El *cáliz* es el primer verticilo, empezando á contar por fuera. Es un conjunto de pequeñas láminas ú hojuelas, libres ó soldadas, de color verde generalmente y llamadas "sépalos". En la tulipa, el lirio y otras plantas, el cáliz se califica de petaloide por que presenta coloraciones más ó menos acentuadas. El sépalo está formado por una pequeña lámina en su parte superior, é inferiormente por una especie de uña. Cuando los sépalos están soldados, la parte superior del cáliz se llama limbo, la inferior denominase tubo y el punto en que los sépalos se desunen ó sepa-

ran se llama cuello. En cuanto á su consistencia, los sépalos se parecen más á las hojas que á los pétalos, y generalmente tambien por el color. El cáliz se llama gamosépalo cuando sus hojuelas están más ó menos soldadas entre sí; bisépalo, trisépalo, etc., según el número de que se compone, y se dice que es polisépalo si las hojuelas que lo forman se hallan libres.

En algunas plantas, como se ve en el clavel, el cáliz aparece acompañado en su base de brácteas que, uniéndose entre sí vienen á formar como un segundo cáliz, llamado "calículo". El cáliz de la malva se presenta también reforzado por un calículo, constituido por tres brácteas unidas.

La *corola* es el segundo verticilo de la flor, y está formado, como el cáliz, por órganos foliáceos, libres ó soldados, que se llaman "pétalos" los cuales presentan casi siempre coloraciones más ó menos vivas difiriendo del verde, aunque la vid, el narciso y otras pocas plantas tienen pétalos de color verde.

La corola toma el nombre de polipétala cuando las hojuelas que la forman aparecen libres y monopétala si se compone de uno solo ó de varios pétalos soldados entre sí.

Se dice que la corola es monopétala cuan-

do los pétalos aparecen unidos por sus bordes, y entonces consta de un tubo en que están los pétalos encerrados, de un limbo, ó sea la parte superior de la corola, y de garganta ó punto intermedio en que se unen la parte superior é inferior de la misma. La garganta aparece unas veces guarnecida en su interior y cerrada por apéndices salientes, de muy diversas formas, y otras veces desnuda ó desprovista de dichos apéndices, como en el heliotropo.

Se dice que la corona monopétala es "partida", cuando los pétalos se hallan unidos solamente por su base, según se ve en la flor de la borraja, y "hendida" cuando los pétalos están unidos hasta su mitad, como se ve también en el heliotropo.

Las florecillas que vemos en la familia de las compuestas son todas monopétalas é irregulares, dividiéndose en tres clases: *labiadas*, *tubulosas* y *liguladas*; se dicen labiadas cuando su limbo aparece dividido en dos labios, uno superior que se compone de dos pétalos y otro inferior que se compone de tres más pequeños, con la garganta abierta; se llama tubulosa cuando la parte inferior de la flor está formada por un tubo bastante prolongado y cilíndrico y el limbo se levanta en sentido recto, de manera que parece una

continuación de aquél. Las flores liguladas se componen de cinco pétalos soldados; los dos superiores se unen entre sí por la base y casi en toda su longitud con los otros tres, que son más pequeños y aparecen también adheridos uno con otro.

La corola de una flor se llama polipétala cuando se estrecha en su base formando como un peciolo que toma el nombre de *uña*, de lo cual se ven ejemplos en el alelí y en el clavel. La parte superior de la flor, que es la ensanchada, se nombra *lámina*. La *uña* es muy corta en la rosa, y se denomina "nectarífera" si tiene glándulas que segreguen un jugo azucarado, como en el ranúnculo; unas veces estas glándulas aparecen protegidas por una escama y otras están desnudas. La corola de que hablamos, cuando es regular, se llama *cruciforme* si está compuesta de cuatro pétalos formando una cruz, como en la flor del jaramago; se dice que es *rosácea* si tiene cinco pétalos y su *uña* es muy corta; y *aclavelada* si tiene también cinco pétalos y su tubo es bastante largo. Cuando es irregular, se llama la corola *amariposada*, si consta de cinco pétalos, superior el uno, llamado "estandarte", dos pétalos laterales que se llaman "alas" y otros dos inferiores que suelen estar soldados. Las del pensa-

miento y capuchina son ejemplos de corolas *anómalas*, pues no presentan una forma bien determinada.

La lámina del pétalo, por lo que hace á su forma y estructura, afecta una infinidad de modificaciones, semejantes á las que ya estudiamos en las hojas, por cuya razón prescindimos aquí de dar detalles sobre ellas, pues no haríamos más que repetir lo que dijimos entonces, tan grandes son las analogías que desde este punto de vista presentan unos y otros órganos.

El tercer verticilo floral se llama *andróceo*, y puede ser sencillo ó múltiplo, tomando su conjunto el nombre de "estambres" ú órganos masculinos. El estambre completo consta de una prolongación ó filamento que representa el peciolo de la hoja, el cual termina en un limbo llamado "antera" que aparece dividido en dos mitades laterales por un nervio medio ó "conectivo"; cada una de estas mitades forma una celdilla, que á su vez está compuesta de dos piezas ó valvas, cuyo punto de unión está indicado por un surco exterior. La parte que mira á la corola es el dorso de la antera y la que corresponde al pistilo es la cara; el parenquima que separa las dos piezas, cuando el órgano es joven, está formado por células blancas, muy

carnosas y adheridas entre sí; cuando llega la época de la fecundación, estas células se secan y se transforman en una materia pulverulenta—pólen—el cual, al abrirse las cavidades de la antera que lo guardaban, sale al exterior y se adhiere al estigma—órgano que más tarde describiremos.

En general, los estambres tienen la misma longitud y forma idéntica; sin embargo, los vegetales de la familia de las Labiadas presentan dos estambres grandes y dos pequeños. Los estambres se llaman “adelfos” cuando aparecen completamente libres unos de otros; “monadelfos” si los filamentos se unen entre sí y forman un solo manojo, como en la malva; “diadelfos” cuando forman dos manojos, según se ve en las leguminosas; “poliadelfos” cuando los filamentos se unen entre sí y forman varios manojos. Los estambres se llaman “singenesios” cuando están unidos por las anteras; “sinfisandros” cuando lo están por los filamentos y anteras; y se denominan “ginandros” cuando forman cuerpo con el propio pistilo.

Del mismo modo que las corolas, los estambres se llaman “hipoginos” cuando nacen del receptáculo, sin estar adheridos ni al pistilo ni al caliz; se dice que son “periginos” cuando arrancan del caliz y se elevan á

cierta altura sobre la base del pistilo, de manera que resultan laterales á éste y no inferiores; y se denominan con el nombre de "epiginos" cuando parten del mismo pistilo.

Respecto al número de estambres la flor se llama "isostemone" cuando éstos se encuentran en ella en igual cantidad que los pétalos; "diplostemone" cuando su número es doble; y toma el nombre de "anisostemone" cuando tiene menos.

La antera es casi siempre ovoidea, y algunas veces elíptica ó globulosa; denominase "bilocular" cuando presenta dos cavidades separadas por el conectivo, que ya hemos descrito; en su primera edad, cada una de dichas cavidades está dividida por un tabique, del cual no quedan más que pequeños vestigios cuando la antera llega á edad adulta; algunas veces, sin embargo, dicho tabique persiste, y entonces la antera toma el nombre de "cuadrilocular"; se llama "unilocular" cuando ofrece una sola cavidad, por aborto de la segunda ó bien por que el estambre se ha desdoblado.

Se llama *dehiscencia* el acto de abrirse las valvas de las celdas de la antera, para dar salida á la materia pulverulenta ó *polen*. Este acto se verifica en diferentes formas, y por lo tanto se le aplican diferentes adjetivos,

pero no cabe en estos apuntes descender á tan nimios detalles, ni á otros igualmente secundarios en el estudio que estamos haciendo.

Los granos de polen varían de forma, de color y de volumen, pero son invariablemente idénticos dentro de cada especie de vegetales. Ordinariamente se presenta en granos sueltos, pero alguna vez tambien en grupos de granos. En cuanto á su forma los hay elípticos, ovoideos, elipsoideos y globosos, y en ciertos casos se presentan en forma polidédrica ó triangular; la superficie de los granos de polen es lisa, espinosa, apezonada, etc., etc. Cada grano consta, descontando algunas raras excepciones, de dos membranas sobrepuestas constituyendo una cavidad llena de un líquido llamado *fovila*, en el cual flotan multitud de corpúsculos extraordinariamente ténues y acompañados de una materia oleosa y en muchos casos rodeados de granos de almidón; estos corpúsculos son los directamente encargados de la fecundación vegetal.

Las dos membranas del grano polínico se llaman "externa" la de fuera é "interna" la de dentro. Cuando la externa es lisa, carece de toda viscosidad y puesta en el agua adquiere la forma esférica si es que antes no la

tenía; cuando esta membrana exterior presenta asperezas ó protuberancias, es viscosa, y si se pone en el agua pierde enseguida su viscosidad; dentro del agua, una y otra especies de polen esparcen la fovila, ó sea, el líquido fecundante.

La salida de la fovila se debe á que en la membrana exterior ó *exina* hay unos pliegues, que vienen á ser verdaderos orificios ó aberturas; por la acción de la humedad esta membrana se dilata, los pliegues se rompen, y haciéndose mayores las aberturas dan paso á la membrana *intina* ó interna, la cual toma la forma de tubo polínico; esta segunda membrana dilátase á su vez, formando una especie de ampollas; éstas acaban por romperse y entonces se derrama la fovila.

En la familia de las Orquídeas, en vez de ser pulverulento, como en casi todas las fanerógamas, el polen se presenta en forma de *masas* polínicas, constituídas por dos masas cerosas sostenidas por un pedicelo elástico; cada una de estas masas tiene varios cuerpos angulosos que se unen entre sí por medio de una especie de redcilla también elástica; cada uno de estos cuerpos lo componen cuatro granos de polen, que toman el nombre de *masillas*. El polen de las Asclepiadas presenta una forma muy análoga al descrito.

Hasta aquí lo que podemos decir acerca de los importantísimos órganos masculinos, que hemos descrito lo más breve y claramente posible.

El cuarto verticilo floral es el que contiene los órganos femeninos de la flor y se llama *gineceo* ó *pistilo*. Compónese de uno ó de varios pistilos libres ó soldados, que toman también el nombre de hojas carpelares ó simplemente carpelos, y se halla situado en la parte central de la flor.

El gineceo comprende los tres órganos: ovario, estilo y estigma. El ovario es la parte inferior del carpelo, más ó menos hinchada y vacía, descansando sobre el receptáculo y conteniendo los óvulos ó rudimentos de los granos de semilla. El estilo es la parte media del carpelo, la que parte del ovario y termina en el estigma; afecta la forma de una pequeña columna hueca y filiforme. El estigma ya hemos indicado que es la parte terminal del carpelo, el cual presenta diferentes formas y está compuesto de un tejido algo más esponjoso que el del resto del órgano, viéndose todo cubierto por unas pequeñas células que secretan un jugo azucarado, una materia viscosa que sirve para retener é hinchar los granos de polen.

En su origen, los carpelos se presentan

en forma de una pequeña lámina más ó menos redondeada; luego sus bordes van aproximándose hasta tocarse, para constituir así una cavidad cerrada; otras veces, en lugar de unirse entre sí dichas márgenes, hácenlo con las de los carpelos vecinos. En los bordes de la hoja carpelar y á veces hasta en la superficie de su pared interna se ven unos pequeños cuerpos redondeados que se hallan adheridos directamente ó por medio de un cordón que se llama funículo. Dichos cuerpos son los óvulos que más tarde han de convertirse en semilla, y el lugar donde se hallan implantados denominase placenta. El limbo de la hoja carpelar, una vez doblada sobre sí misma, constituye el ovario. Cuando el ovario es visible en el fondo de la flor y no está adherido con los órganos que le rodean se llama "libre" y se denomina "adherente" cuando se halla más ó menos envuelto por todos lados y unido con los órganos que nacen ó parten de su base, no pudiéndosele ver por entero. No describiremos el *óvulo*, por haberlo ya hecho anteriormente, ni entraremos en nuevos detalles sobre lo que dejamos dicho, porque es imposible hacerlo en un breve estudio como el que estamos escribiendo.

Dentro de cada una de las familias vege-

tales, la posición de los diversos órganos es casi siempre la misma; adviértase que decimos "casi", pues algunas veces presenta ciertas diferencias ó anormalidades.

La flor se dice que es *completa* cuando comprende los cuatro verticilos florales que acabamos de describir rápidamente; y se llama *incompleta* cuando le falta uno de ellos; *hermafrodita* si el andróceo—órganos masculinos—y el gineceo—órganos femeninos—se hallan juntos en la misma envoltura; se dice que la flor es *masculina* ó *femenina* cuando faltan los estambres ó los carpelos, y *neutra* si no contiene ninguno de los órganos reproductores.

El pedúnculo de la flor hállase organizado como el propio tallo, y sirve para conducir el alimento. Recuérdese á este propósito lo que tenemos dicho acerca del pedúnculo de la hoja.]

Además de los verticilos florales encuéntranse todavía en la flor otros órganos más ó menos secundarios ó accesorios que afectan empero cierta simetría, á manera de pequeñas hojuelas libres ó soldadas entre sí, y son llamadas *brácteas*. Las brácteas son verdaderamente partes foliáceas, procedentes de hojas modificadas, pero siempre pequeñas y pareciéndose comunmente á una

especie de escamas. Aparecen reunidas debajo de la flor, formando como un segundo caliz; cuando en lugar de una sola, envuelven á la vez varias flores toma el nombre de *involucro* y la flor se llama *involucrada*. Las brácteas escamosas que vemos en la base de la espigueta de las gramíneas y á veces provistas de una afilada arista se llaman *glumas*. En algunas plantas las brácteas se revisten de colores brillantes, pero más comunmente son de color verde.

El receptáculo, llamado también "tálamo", sirve de base común al androceo y á la corola, y se halla situado entre el caliz y el pistilo, afectando ya una forma convexa ya cóncava.

EL FRUTO.—El fruto es el conjunto de las diferentes partes que sobreviven á la flor. Los órganos que lo componen son de dos clases. Unos son el resultado del crecimiento de las partes del ovario y constituyen el *pericarpio*, los otros provienen del óvulo fecundado y desarrollado, tomando el nombre de *grano*. Empero, cuando el óvulo es desnudo no existe el pericarpio. En la castaña, la nuez y la almendra no comemos más que el grano; la parte comestible de la fresa es el receptáculo que se ha convertido en carnoso y los granitos que lo recubren son

el verdadero fruto. El cinarrodón ó falso fruto del rosal silvestre, está formado por el tubo del caliz que se endurece y toma la apariencia de una pequeña botella; los verdaderos frutos se encuentran en el interior. En la zarzamora, ó morera silvestre, el pericarpio es carnoso, y el fruto múltiplo y compuesto de muchos carpelos reunidos, es el resultado de una sola flor. Por el contrario, la verdadera morera da un fruto compuesto, procedente de una reunión de pequeños ovarios y de otras tantas flores. En las ananás, los cálices son carnosos y se soldan al pericarpio, que constituye la parte comestible, con el eje primario y las brácteas carnosas. Lo que comemos del higo procede del receptáculo y los verdaderos frutos son los granitos que hay en el interior.

El *pericarpio* comprende generalmente tres partes: 1.º el *epicarpio*, membrana exterior, ó piel del fruto; 2.º el *mesocarpio*, que como su nombre indica, es la parte media, llamada también *sarcocarpio*—carne;— es carnoso en la manzana y extraordinariamente jugoso en la cereza; en la naranja es la substancia blanca que se encuentra debajo de la envoltura amarilla; 3.º *endocarpio*, que es la parte interior; puede ser muy delgado y transparente, como en la habichuela; duro

y huesoso, como lo es en el melocotón, la cereza, etc.; en la grosella, el melón y la uva el endocarpio es carnoso y apenas se puede distinguir del mesocarpio. En la naranja, cada gajo—*grill*—de la succulenta pulpa va envuelto en una delgadísima película blanca que no es otra cosa que el endocarpio. El mesocarpio de los guisantes y de las judías está muy poco desarrollado, y en las gramíneas es absolutamente imperceptible.

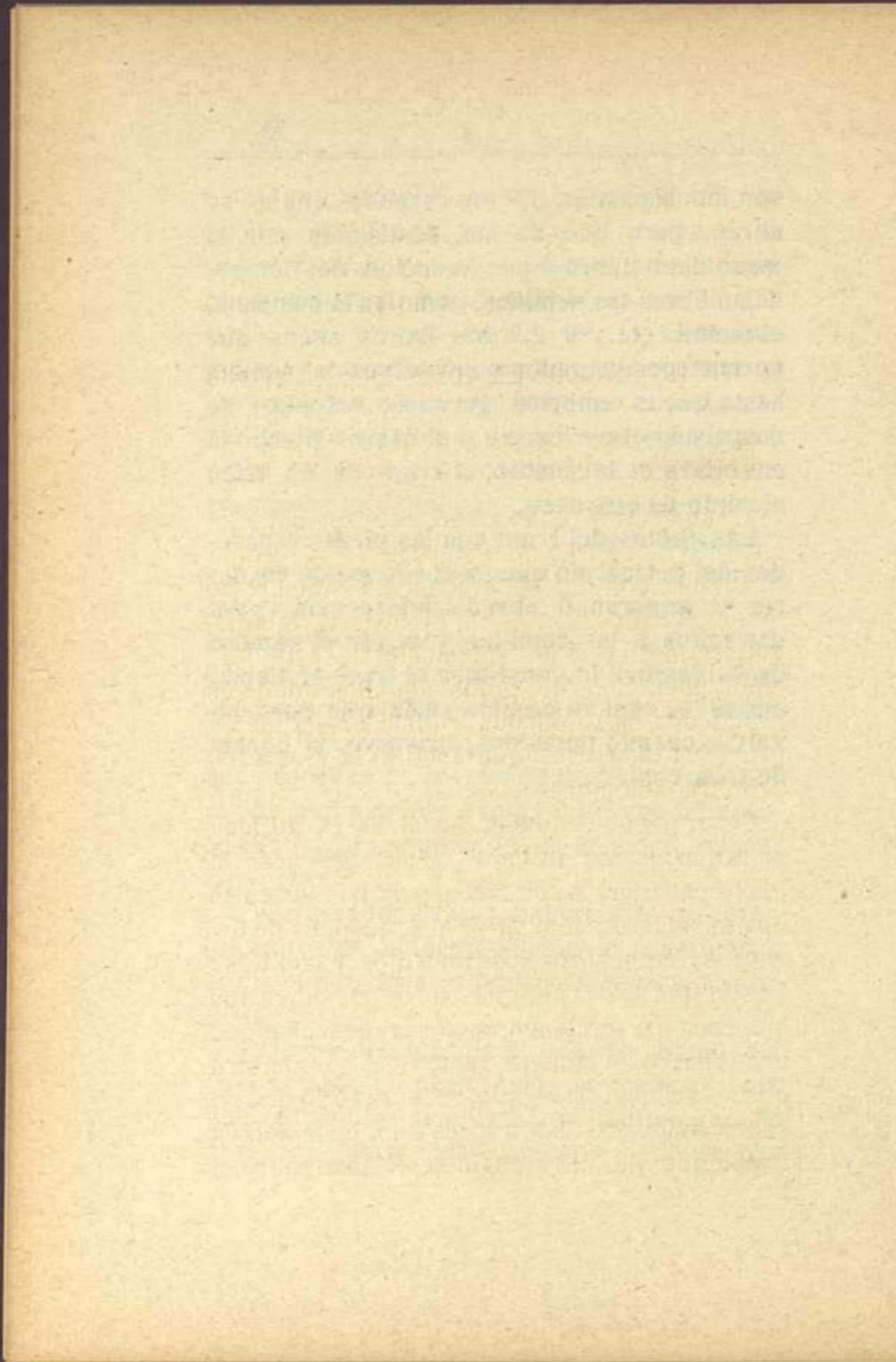
Hemos visto ya que hay “frutos simples” que proceden de un ovario de una ó varias cavidades, como la pera, la manzana, las judías; “frutos múltiplos” que deben su origen á diversos ovarios de una misma flor, aunque no soldados entre si, como el frambueso, la zarzamora; y “frutos compuestos” que proceden de la reunión de todas las flores de una pequeña espiga ó de una inflorescencia frutal, como se ve en la mora, ananá, higo, etc.

Considerados de una manera más general, los frutos se dividen en *secos* y *carneosos*, y se clasifican también por *dehiscentes* ó *indehiscentes*.

Se llama dehiscencia al acto en virtud del cual se abre el pericarpio ya maduro para dar salida á las semillas. Los frutos que se abren se llaman dehiscentes, y se dice que

son indehiscentes: 1.^o los carnosos que no se abren, pero que al ser destruidos por la mano del hombre ó por la acción del tiempo, dejan libres las semillas, como en la manzana, el melón, etc.; y 2.^o los frutos secos que permanecen cerrados y envuelven la semilla hasta que el embrión germina; entonces se desprende el pericarpio y al mismo tiempo la envoltura de la semilla; el trigo es un buen ejemplo de este caso.

Las *valvas* del fruto son las piezas ó paredes del pericarpio que en el tiempo de madurez se separan ó abren—dehiscencia—para dar salida á las semillas; y según el número de valvas que lo constituye el fruto se llama: univalvo, cuando no tiene más que una; bivalvo, cuando tiene dos; trivalvo, si consta de tres, etc.



CAPITULO II

PRINCIPIOS GENERALES DEL ABONO

La aireación del suelo.

El agricultor constantemente remueve el suelo. y de su trabajo incesante le ha venido el nombre con que se le conoce: el hombre de labor, el *labrador*. Así la historia de la agricultura lo dice, y no solamente de este ó de aquel país, sino de todos aquellos donde es practicada más ó menos rutinariamente esta primitiva industria, que facilitó la vida á los primitivos hombres.

Pero, cabe preguntar: ¿cuál es la utilidad de tan incesante trabajo? ¿Por qué arar la tierra cada año y con frecuencia dos veces en una misma estación? ¿Por qué, después de los arados, empléanse los rastrillos y rodillos? Desde los más antiguos tiempos saben los hombres que obtienen mejores cosechas de una tierra previamente removida que de otra que no se haya trabajado nada; pero lo que no saben todos los labradores aun, es la acción específica de un trabajo semejante sobre el

suelo. Para tratar de explicarla hacemos hoy el presente estudio que escribiremos siguiendo las enseñanzas de la experiencia y de la ciencia de los hombres más entendidos en este ramo del saber humano.

Ante todo conviene repetir aquí que los vegetales no viven sino á condición de que sus raíces puedan profundizar en el suelo hasla encontrar un medio suficientemente *aireado y húmedo*. Enferman y perecen en cuanto les falta uno de esos dos elementos: el *oxígeno* y el *agua*, que son igualmente necesarios á la vida vegetal. La remoción de la tierra favorece la aireación y el aprovisionamiento del agua; pero, ¿de qué manera prodúcese esta acción? Esto es lo que se verá en el presente capítulo, que podríamos titular: El trabajo de la tierra.

LA AIREACIÓN.—Hace ya más de cincuenta años que Boussingault y Levy determinaron la composición del aire que la tierra contiene. No viene al caso aquí explicar el procedimiento de que estos sabios se sirvieron; á nosotros nos basta con el conocimiento de los resultados obtenidos. Se vió entonces que el aire encerrado en las interioridades de la tierra contenía muy pequeñas cantidades de ácido carbónico, pero grandes proporciones de oxígeno. Experiencias más recientes han

demostrado lo mismo, y finalmente se ha probado, de manera que no deja lugar á la menor duda, que el aire contenido en el suelo es siempre muy rico en oxígeno. Esto significa que no está el aire *confinado* en la tierra, como se ha dicho alguna vez, sino que, por el contrario, renuévase constantemente. Esto es fácil comprobarlo: se mete una importante cantidad de tierra en un frasco y se cierra este herméticamente; algunos días después, al extraer el aire que encierra, se ve que está únicamente compuesto de azoe y de ácido carbónico. Todo el oxígeno que se introdujo en el frasco con la atmósfera ambiente antes de cerrarlo, se consumió en quemar el humus de la tierra. De manera que basta que el aire permanezca en contacto de la tierra para que pierda todo su oxígeno, y como el aire que se ha encontrado en todas las profundidades del suelo se ha visto que es oxigenado, preciso es que exista una relación continua entre la atmósfera del interior de la tierra y la atmósfera libre.

Concíbese fácilmente que estos cambios son determinados principalmente por el calentamiento de la tierra durante las horas del día: al dilatarse el aire, se escapa de entre la tierra, mientras que por el contrario el enriamiento nocturno le contrae, su presión

disminuye, y así queda favorecida la penetración del aire exterior en el suelo.

Si bien, hasta aquí, sabemos que el aire del suelo es oxigenado, no sabemos todavía nada acerca de las cantidades de aire interpuesto, y por medio de nuevas y más delicadas experiencias se ha venido en conocimiento, según afirma Deherain, el eminente agrónomo francés, que en una tierra muy removida, casi convertida en polvo, la cantidad de aire que contiene es enorme. El mismo Deherain dice que un suelo trabajado con exquisito cuidado puede contener hasta 45 volúmenes de aire por 100 volúmenes de tierra. En suelos menos removidos se ha encontrado el aire en proporción de 38 á 40 por 100, y solamente de 33 en un terreno que se había dejado en descanso hacía algunos años. Estas cifras indican diferencias notables en la aireación del suelo, según como se trabajen las tierras, pero no demuestran que la principal utilidad de la remoción del suelo sea la de hacer penetrar el aire en él. Era preciso para reconocer la verdadera influencia de estas labores ver la proporción de aire que contienen tierras que no se han removido desde un gran número de años. Encontróse que el suelo de un prado en explotación para alimentar á ganados numerosos contenía aproximadamente un 18

por 100 de aire, é igual proporción se encontró en un terreno abandonado á la vegetación espontánea.

De manera que tierras no trabajadas contienen también una cantidad de aire considerable, que se eleva casi á la quinta parte de su volumen, y como ya hemos visto que la atmósfera que el suelo encierra es siempre oxigenada, pues se renueva constantemente, se puede afirmar que las labores de la tierra no tienen por único fin el de airearlas.

Las experiencias, cuyos resultados acabamos de indicar sumariamente, nos dan sobre la remoción del suelo, ideas algo más precisas que las hasta ahora corrientes. Cuanto mejor trabajado está el suelo, más espacios vacíos presenta, por los cuales puedan circular el aire y el agua, pues ya hemos dicho que ésta es tan necesaria como aquél á la vida vegetal.

Los abonos fosfórico y potásico.

El nombre de Wagner ha de ser conocido y apreciado de todos los agricultores, pues son fundamentales las notables experiencias practicadas por este sabio alemán referentes á la pérdida de azoe en los abonos orgánicos, estudio que llamó la atención de todo el mun-

do científico, sobre todo de los que directa ó indirectamente se interesan por el progreso de la agricultura. El trabajo suyo que aquí ha de servirnos de guía está tomado de uno de sus más notables libros, y después de este testimonio de homenaje dedicado al gran Wagner, entremos ya en materia.

Algunos agricultores, por haber sacado de sus experiencias conclusiones equivocadas, creyeron que el nitrato de sosa era el mejor y casi el único abono para sus terrenos; pero pronto notaron que la acción de este abono disminuía de año en año, y entonces dijeron que el nitrato de sosa era un gran estimulante de la planta, pero que esterilizaba el suelo; nada más lejos de la realidad. Lo que sucedía era que haciendo uso exclusivo del nitrato de sosa, el suelo se iba empobreciendo en elementos fosfo-potásicos, pues no se le restituían con abonos los que del terreno tomaban las cosechas.

Todo eso se explica perfectamente sabiendo que el azoe es el elemento nutritivo que falta más generalmente en toda clase de terrenos, y que el nitrato de sosa es una sustancia tan apta para la nutrición de la planta como otro abono azoado cualquiera. Y hay que hacer constar ante todo que el nitrato de sosa no esteriliza el terreno, como creyeron

muchos, cuando á éste se le restituyen los materiales fosfáticos y potásicos que la cosecha le ha sustraído y que entran en la constitución del mayor producto obtenido gracias á los abonos azoados. De manera que, para proceder con toda regla, debemos restituir al suelo—y fíjense bien nuestros lectores en este punto,—por cada quintal de nitrato de sosa empleado, una cantidad de anhídride fosfórico equivalente á la contenida en el *mayor producto* que se ha obtenido gracias al empleo del abono azoado. Haciéndolo así no debe preocupar á nadie el empobrecimiento del suelo, pues no se producirá.

Sustraer impunemente del suelo una cantidad de anhídride fosfórico mayor á la que se le restituye, es cosa que se comprende, aunque el caso es rarísimo, mientras por el contrario hay muchísimas tierras ricas en potasa. Pero los terrenos turbosos, los bajos, los arenosos y en general todos los terrenos ligeros son pobres en potasa y necesitan que se les añada esta substancia. Al revés, los terrenos duros y arcillosos y en general los que se llaman buenos terrenos, suelen ser tan ricos en potasa, que es suficiente la cantidad de esta substancia que se les da con el estiércol, al menos por el pronto, pues nadie puede responder del mañana, en que por

cualquiera causa la calidad del terreno podrá modificarse.

Vamos ahora á responder á la siguiente pregunta, que es el principal objeto de este estudio.

¿Qué cantidad de anhídrido fosfórico y de potasa débese emplear para el abono de las plantas cultivadas?

Primer caso.—Si un terreno se ha empobrecido en potasa hasta el punto de hacer necesario un abono de esta naturaleza, á fin de que el suelo contenga la cantidad indispensable para obtener el mayor rendimiento posible, no es conveniente nunca que quede disminuida su reserva en potasa; por esto decimos que la cantidad de potasa que la cosecha ha sustraído del suelo, débele ser restituida en igual ó mayor cantidad, por medio de estiércol ó de sales potásicas, teniendo presente, que 4.000 kilogramos de estiércol contienen 60 kilogramos de potasa.

Ahora véase la cantidad aproximada de potasa que entra en la composición de los siguientes productos, cantidad que han debido tomar del terreno, con su correspondiente paja ó follaje:

				Potasa.
1000 kilogramos de trigo contienen				60 kilg.
“	“	patatas	“	16 “
“	“	remolacha azuc.		11 “
“	“	“	forraj.	15 “
“	“	heno de trébol.		39 “

Como se ve por estos ejemplos, la cantidad de abonos arriba expresada, será suficiente en algunos casos, pero en otros no, y queda también demostrada la necesidad de abonar intensivamente con potasa aquellos terrenos que no se hallan en disposición de proporcionar á las plantas la suficiente cantidad de substancia potásica, sin peligro de agotarse.

Vamos ahora al

Segundo caso.—Cuando un terreno es tan pobre de anhídride fosfórico, que se haga necesario abonarlo con perfosfatos ó con escorias Thomas, no basta restituir al suelo una cantidad de esta materia, tan indispensable á la vegetación, aproximada á la contenida en la cosecha; es necesario dar á la tierra con exceso este importante elemento, exceso que debe renovarse todos los años hasta que se haya comprobado que ya no ejerce ninguna acción útil el exceso del abono

potásico que se dá al suelo. Alcanzado ya este punto, entonces sí será suficiente suministrar al suelo la cantidad de anhídrido fosfórico relacionada directamente con la cantidad que por la cosecha se le extrae. Únicamente en los terrenos ligeros ó muy permeables debe tenerse presente que todos los años se puede perder cierta cantidad de anhídrido que arrastrarán las aguas en sus filtraciones, y aunque esas pérdidas son siempre pequeñas no debe dejarse de pensar en ellas, pues por ahí podría venir el agotamiento del suelo.

	<u>Anhidr. fosf</u>
1000 kilogramos de trigo contienen.	30 kil.
“ “ patatas “	5 “
“ “ remol. azuc. “	3 “
“ “ remol. forraj. “	3 “
“ “ heno de tréb. “	10 “

Como se vé, tampoco en este caso sería suficiente abonar las tierras con la cantidad de estiércol ya expresada, ó sea 4.000 kilogramos. Y recordando que en casi todas las haciendas rurales la producción anual de estiércol es mucho menor de la que correspondería al abono indicado, resulta de esto la necesidad absoluta de un abono fosfático

intensivo, en la forma que indicamos más arriba.

De consiguiente, el agricultor que quiera conservar en buen estado sus tierras, además del abono ordinario, estiércol, debe proporcionarles con exceso las materias que no se hallen en el suelo ó que se hallen en cantidad insuficiente, á fin de mantener el terreno en aquellas condiciones de productividad que son indispensables para obtener de él los mayores beneficios posibles.

Con un abono suplementario de superfosfatos ó escorias Thomas, con azoe y potasa, es posible obtener un notable aumento de producción, y en este caso queda reconocida la necesidad—y la utilidad—de proporcionar al suelo las necesarias cantidades de anhídrido fosfórico—de 80 á 100 kilogr. por hectárea—hasta comprobarse que se satisfacen todas las necesidades del suelo y de la planta, que será cuando ya no se produzca aumento alguno en las cosechas, limitándose después á restituir al suelo la cantidad que se le robe con la cosecha anual, cuidando de que quede siempre en la tierra una pequeña cantidad en reserva.

Tales son las reglas fundamentales que pueden guiarnos para suministrar al suelo

agrícola las cantidades necesarias de anhídrido fosfórico y de potasa.

El abono azoado.

El abono azoado de la planta debe tratarse muy diferentemente que al hablar de los abonos fosfáticos y potásicos. Con el azoe no se pueden hacer cuentas tan precisas como se hacen con los demás abonos, porque el azoe en el suelo está siempre sujeto á modificaciones y aún á pérdidas muy difíciles de determinar con precisión. Si hemos abonado un suelo con la intención de producir en él un exceso de potasa ó de anhídrido fosfórico, sabemos que este exceso queda en el suelo á disposición de los cultivos subsiguientes; pero si buscamos un exceso de azoe abonando con nitrato de sosa ó con sulfato de amoníaco, difícilmente podremos determinar la cantidad que quedará en el suelo en calidad de sobrante, pues la volatilización y las infiltraciones contribuyen en mucho á hacer desaparecer el azoe de las capas cultivables del suelo. Otros hechos más es preciso también tener en cuenta. Los abonos muy ricos en azoe, no solamente resultan muy caros, sino que hasta pueden ser perjudiciales; además, practicados fuera del tiempo preciso

quedarán en absoluto sin efecto. Esto enseña que el abono azoado de las plantas debe ser hecho con muchísimo más cuidado que cualquiera otro, y por tanto es necesario considerar á parte cada uno de los principales cultivos al tratarse de su abono azoado más conveniente.

Empecemos, pues, por uno de los cultivos más importantes.

EL TRIGO.—De las experiencias practicadas por Wagner resultó que el abono fosfo-potásico sin azoe quedó en absoluto sin efecto, no tuvo acción alguna sobre el vegetal, mientras que el abono azoado por sí solo ya produjo un efecto muy notable; pero se hace también evidente que el azoe aislado no puede cumplir su pleno efecto, ha de ir asociado con la potasa y el fósforo.

Es una observación que todos los cultivadores de cereales han podido hacer por sí mismos: lo que primero se nota faltar en el terreno es el azoe, luego el fósforo y finalmente la potasa. También resulta evidéntísimo el hecho de que el azoe del nitrato de sosa solamente puede desenvolver toda su acción cuando la planta encuentra á disposición suya suficiente cantidad de anhídrido fosfórico y de potasa.

Solamente en estas condiciones, 100 kilo-

gramos de nitrato de sosa determinarán una mayor producción de 300 kilogramos de grano con la correspondiente cantidad de paja. En la práctica agrícola se han conseguido con frecuencia estos resultados. En cada caso débese averiguar si por los dichos kilogramos de nitrato de sosa se obtiene el debido aumento de producción; si esto no se verifica débese entonces indagar la causa de la falta de éxito y procurar al terreno las condiciones favorables á fin de obtener el mayor aumento posible de producción. No se debe olvidar tampoco que con el mayor producto correspondiente á los 100 kilogramos de nitrato se substraen del suelo unos 4 kilogramos de potasa y 3 de anhídrido, los cuales se le deben restituir, si no se quiere agotar el suelo.

Si el terreno está ya en buenas condiciones y al trigo sigue un cultivo de patatas, trébol, habas, etc., no es necesario depositar en el suelo los abonos ya en los meses de otoño; antes bien, esto sería perjudicial. Pero si el terreno es muy pobre en azoe, se le darán en el momento de la siembra de 50 á 100 kilogramos de nitrato de sosa por hectárea, ó bien, si se prefiere este producto, de 35 á 75 kilogramos de sulfato de amoníaco. Lo mis-

mo se deberá hacer en los terrenos muy fuertes ó muy fríos.

El segundo abono azoado se practica en marzo, empleando de 100 á 150 kilogramos de nitrato de sosa por hectárea, y en el caso de que se considere conveniente ó la experiencia propia haya demostrado que es útil, se puede en abril practicar un tercer abono de la misma fuerza que el anterior, y aún, dadas ciertas condiciones favorables del clima, podría dar muy excelente resultado un cuarto abono de nitrato hecho en el mes de mayo.

La cantidad complementaria del nitrato de sosa que se emplee en el cultivo del trigo se determinará tomando por base el aumento de producción que se quiera obtener. Si se cree posible, en la clase de terreno de que se disponga, poder fijar en 1,000 kilogramos la ordinaria producción, deberán emplearse unos 300 kilogramos de nitrato de sosa, y si se busca solamente aumentarla en 500 kilogramos, bastará emplear 150 kilogramos de esa substancia.

AVENA. — También en este caso observamos lo mismo que hemos tenido ocasión de ver al hablar del abono del trigo, esto es, que el abono fosfo-potásico por sí solo no tuvo ningún efecto; que el abono azoado, solo, demostró tener alguna influencia sobre la

vegetación de la planta; pero que únicamente con un abono completo, compuesto de azoe, fósforo y potasa se puede lograr un satisfactorio resultado.

Con el fin de dar mayor valor á estas experiencias hechas en pequeño, fueron exactamente repetidas por el mismo Wagner, en extensos campos de experimentación, y los resultados fueron de todo en todo los mismos, tan notables como los obtenidos anteriormente, demostrándose así la precisión y cuidado con que habían sido hechos los ensayos en pequeña escala.

De esta segunda serie de experiencias resultó lo siguiente: que con el abono completo—azoe, fósforo y potasa—se obtuvo una mayor producción de 500 kilogramos de avena por hectárea, en comparación con una parcela igual de terreno no abonado. Faltando en el abono el anhídrido fosfórico y la potasa, el mayor producto bajó á poco menos de la mitad, ó sean unos 240 kilogr. y faltando el nitrato de sosa ó sea el azoe, solamente se alcanzó un mayor producto de unos 35 kilogr., en comparación siempre con la parcela de terreno que se dejó sin abono alguno.

De todo esto se deduce que por cada 100 kilogr. de nitrato de sosa, sin otro abono,

obtenemos 240 kilogramos de avena; pero añadiendo á este abono las cantidades correspondientes de anhídride fosfórico y de potasa, esto es, apartando toda causa que pueda disminuir la eficacia del azoe, se alcanzarán de 400 á 500 kilogramos en más, sin contar la cantidad correspondiente de paja. De todas estas experiencias, así de las hechas en pequeña escala como de las hechas en grande, se puede sacar la siguiente conclusión, de una grande importancia para la práctica agrícola: que 100 kilogr. de nitrato de sosa determinarán por término medio, una mayor producción de unos 400 kilogr. de avena, con la cantidad de paja correspondiente.

Tan firme es esta conclusión que cuando en la práctica no se alcancen estos resultados, ya se puede afirmar que existe una causa cualquiera que lo impide; ó es que falta anhídride fosfórico, ó potasa, ó cal, ó humedad en el suelo, ó alguna otra causa contrariante de la vegetación ha obrado en el sentido de disminuir la producción, y en este caso al agricultor incumbe encontrar esa causa y si es posible destruirla.

La cantidad de nitrato de sosa que debe emplearse en el cultivo de la avena, varía desde 100 á 400 kilogr. por hectárea. La avena es uno de los productos vegetales que

más azoe extraen del suelo; por esto recomendamos hacer su abono muy abundante de nitrato de sosa. Si el terreno es regularmente rico en azoe, basta con un abono de 100 kilogramos por hectárea, y este abono se esparce en el momento mismo de la siembra ó después de la siembra; este segundo procedimiento es muy especialmente recomendable cuando se trata de terrenos ligeros y permeables.

Si el terreno es pobre en azoe, además del abono ya apuntado, dos ó tres semanas después se practica un segundo abono de 100 ó 150 kilogr. de la misma substancia, y en caso de creerse necesario, un mes más tarde se puede practicar todavía un tercer abono de igual substancia y cantidad.

En la práctica se han dado casos en que, tratándose como es natural de terrenos muy empobrecidos en azoe, se alcanzaron inmejorables resultados con un primer abono de 150 kilogramos de nitrato de sosa por hectárea y luego otros dos abonos, debidamente distanciados, de 200 kilogramos cada uno.

Para obtener de todas estas prácticas el mejor resultado se deberá también tener en cuenta que por el mayor producto que se obtiene por 100 kilogr. de nitrato de sosa, la avena toma del suelo unos 13 kilogr. de po-

tasa y 400 de anhídrido fosfórico. Asimismo se tendrá presente que á fin de que el abono suplementario pueda ejercer todo su efecto, es indispensable que el nitrato de sosa sea disuelto por las lluvias para que así penetre mejor en la masa del terreno. De consiguiente se procurará esparcir en el suelo este abono cuando haya señales de próximas lluvias, hasta el punto de que es mejor anticipar de algunos días el abono, si así puede disfrutar del gran beneficio del agua del cielo.

PATATAS.—Las detenidas experiencias que hicieron en un campo plantado de patatas, nos han puesto con toda evidencia de manifiesto las condiciones en que es posible obtener los mejores efectos del empleo del nitrato de sosa.

El resultado más evidente y que salta á la vista desde el primer momento, no es otro que el de demostrarnos cómo había obrado el abono hecho exclusivamente con nitrato de sosa y hasta qué punto el terreno que sirvió para los ensayos tenía necesidad absoluta de anhídrido fosfórico y de potasa.

He aquí los resultados obtenidos:

Cada 100 kilogramos de nitrato de sosa que se pusieron en el terreno dió un mayor producto de 1.600 kilogramos de tubérculos, en comparación naturalmente con la parcela

de terreno *no abonada*, mientras que añadiendo al anterior abono anhídride fosfórico y potasa, el producto obtenido elevóse á 3.000 kilogramos, aproximándose mucho á la producción máxima teórica, que es de 3.500 kilogramos.

Todo esto plenamente demuestra cuán sensible es la patata á los abonos compuestos de perfosfatos y potasa, sobre todo, como es muy natural, cuando el terreno no le suministra toda la cantidad necesaria de esas materias.

Escaso es el valor comercial de la patata, y para que el uso del nitrato de sosa sea reproductivo debe producir un aumento de cosecha algo importante. Para esto servirán de términos de comparación y de guía los experimentos que hemos dejado apuntados más arriba.

Para el abono de los campos de patatas, aconsejamos el empleo de 200 kilogramos de nitrato de sosa por hectárea. Abonos más fuertes no son convenientes sino en casos muy excepcionales. Para determinar un aumento de producción de unos 3.000 kilogramos de patatas son necesarios 200 kilogramos de nitrato de sosa, los cuales á su vez deben encontrar en el suelo 70 kilogramos de potasa y 20 ó 25 Kilogramos de anhídride

fosfórico perfectamente asimilable. Si el terreno es fuerte y muy compacto se pueden dar los 200 kilogramos de nitrato en el momento de prepararse el suelo para la plantación de tubérculos, enterrándolo con el propio arado. Cuando se trate de terrenos muy ligeros, se entierra únicamente una tercera parte en las anteriores condiciones, la segunda en el acto mismo de hacer la plantación ó inmediatamente después de ella, y la última poco tiempo después de haber salido á flor de tierra las primeras hojas.

Regular es que para el abono de los campos de patatas se tenga en cuenta el estado del terreno, como es por otra parte necesario hacerlo en todas ocasiones, pues el hecho de haberse abonado anteriormente el terreno con abonos de cuadra ó bien haberse cultivado en él leguminosas, modificarán necesariamente la cantidad de nitrato de sosa que deba emplearse para obtener el mayor producto.

MAÍZ Y TABACO.—Respecto á las cantidades de azoe que exigen en el suelo donde se cultiven, el maíz y el tabaco parécense á los cereales. El nitrato de sosa, es, pues, capaz de aumentar muy sensiblemente la producción de estas plantas.

Para el maíz aconsejamos abonar con unos 150 kilogramos de nitrato de sosa por hectá-

rea, en el momento en que el campo eche sus primeros brotes. Si el terreno es muy pobre en azoe y no se puede emplear los abonos en verde, que en este cultivo ha de dar siempre buenos resultados, se hará uso de los abonos que contengan más fuertes cantidades de nitrato de sosa, llegando hasta los 300 ó 350 kilogramos por hectárea, dando á la tierra esta substancia en dos ó tres veces: una en el tiempo de la siembra, la segunda un mes después, y más tarde la última.

En este caso por cada 100 kilogramos de nitrato de sosa, añadiendo al abono 17 kilogramos de potasa y 5 de anhídrido fosfórico, se pueden obtener hasta 4.000 kilogramos de maíz en estado verde, como mayor producto.

Con el tabaco es necesario ser muy circunspecto, pues una excesiva cantidad de azoe en el abono perjudicaría notablemente á la calidad de la hoja. En el cultivo del tabaco es necesario, ante todo, evitar un desarrollo demasiado exhuberante, es necesario producir hojas que no sean demasiado vigorosas y que contengan la más baja cantidad de azoe que sea posible. En los terrenos muy pobres en azoe no se debe, empero, dejar de poner alguna cantidad de nitrato de sosa si se quiere obtener una regular cosecha de tabaco, aunque, para conservar buena su calidad, no

se debe abonar con mucha abundancia. No se emplearán cantidades mayores de 200 á 250 kilogramos por hectárea, teniendo cuidado de no ponerlo en el terreno todo de una sola vez, sino dividirlo en dos ó tres porciones iguales. La primera en el acto de la plantación, la segunda quince días más tarde y la última tres semanas ó un mes después.

Se ha comprobado que las hojas de tabaco que confienen una cantidad muy elevada de potasa son de mejor calidad, mientras que las hojas que contienen mucho cloro son de calidad peor. Recomendamos, por consiguiente, dar al tabaco la necesaria cantidad de potasa, en forma de sulfato de potasa.

Por otra parte, creemos que el modo mejor de proporcionar al tabaco el azoe y la potasa ha de ser abonando la planta con nitrato de potasa; advirtiendo que sobre este punto falta todavía mucho que estudiar y no podemos por tanto presentar conclusiones cerradas. Nos limitamos á señalar á nuestros lectores el camino que más acertado creemos, y nada más.

Práctica del abono mineral.

Vamos á escribir á guisa de complemento de lo que llevamos dicho, unas breves ins-

trucciones prácticas para el racional empleo de tan poderosas materias abonantes, pues aunque hoy en nuestra desventurada patria se hace todavía muy poco uso de ellas, es necesario para bien de todos que aumente éste rápidamente, como sucede en naciones mejor gobernadas que la nuestra.

Necesidad del abono fosfático.—Todas las plantas en general que el agricultor cultiva tienen necesidad, para desarrollarse normalmente y dar abundantes productos, de hallar á su disposición, en el terreno donde crecen, la suficiente cantidad de todos aquellos elementos nutritivos de que la planta se compone. Esto es un principio elemental, hasta vulgar, de la ciencia del agricultor, pero que en la práctica se desatiende más de lo que convendría, por negligencia unas veces y otras por escasez de recursos.

En la generalidad de los casos, si no en todos, sucede que mientras en el suelo se encuentran algunos de los elementos que la planta necesita para su nutrición en cantidad suficiente, y hasta quizás exajerada, faltan otros de los elementos indispensables para su desarrollo ó los contiene en cantidad exigua, y entonces no hay más remedio, si se quiere cultivar racionalmente, que proporcio-

nárselos al terreno mediante los productos que llamamos *abonos*.

El elemento de que más pobres se encuentran generalmente nuestras tierras de cultivo, así como las de casi todas las naciones, es el *anhídride fosfórico*, siguiendo después en importancia el *azoe* y la *potasa*.

En aquellos terrenos que durante algunos años fueron cultivados como prados artificiales—con alfalfas, tréboles, etc.,—y en aquellos también ricos en substancias orgánicas, ya naturalmente, ya por abonarse cada año ó cada dos años con fuertes cantidades de estiércol, se encuentra casi siempre el *azoe* en cantidad bastante para toda clase de cultivos. Los terrenos pesados, fuertes y arcillosos, como también los que reciben con frecuencia grandes cantidades de abono de cuadra, suelen ser suficientemente ricos en *potasa*. Pero unas y otras tierras quedan pobres en fósforos, porque continuamente esquilgadas con la extracción de granos, forrajes, vinos y demás productos, no se les restituye casi nunca en cantidad suficiente aquel importantísimo elemento de nutrición, pues el estiércol de cuadra, que es el abono más comunmente usado en nuestro país, sabido es de todo el mundo que es pobrísimo en ácido fosfórico.—Aquí creemos conve-

niente hacer notar de paso que, aunque en el lenguaje común *ácido fosfórico* y *anhídride fosfórico* tienen el mismo valor, se trata en realidad de dos sustancias distintas, por lo cual recomendamos á nuestros lectores que, para evitarse perjuicios, usen siempre la palabra *anhídride* cuando pidan al comercio este producto.

Podemos, pues, afirmar que el estiércol de cuadra no basta para satisfacer las necesidades de la planta en lo que se refiere al ácido fosfórico, por lo cual hácese indispensable proporcionarle artificialmente este elemento importantísimo de nutrición, y para lograr esto no hay más remedio que dar al terreno *abonos fosfáticos*—perfosfatos ó escorias Thomas.

Los perfosfatos y su composición.—Podemos suministrar el ácido fosfórico á la tierra por medio de varios abonos fosfáticos y principalmente con los llamados *perfosfatos* ó con las *escorias Thomas*. Todos esos abonos contienen el ácido fosfórico en forma fácilmente soluble ó bien que puede ser con facilidad absorbido por las raíces de la planta que se cultiva.

Los *perfosfatos* son sustancias que se obtienen químicamente tratando con el ácido sulfúrico los huesos ó los fosfatos naturales,

y contienen todos ellos anhídride fosfórico, del cual una parte es soluble en el agua, otra parte lo es en el citrato amónico y una parte tercera resta insoluble en el agua y en el citrato. Una diferencia hay entre una y otra clase de perfosfatos, y es que aquellos procedentes de huesos contienen una pequeña parte de *azoe orgánico*, mientras que los demás carecen por completo de este elemento.

La cantidad de anhídride fosfórico que un perfosfato contiene, varía naturalmente según la riqueza en fosfato de la materia primera que ha servido para obtenerlo. Un buen perfosfato de hueso nunca debe contener menos del 14 por 100 de *anhidride fosfórico soluble* en el agua ó en el citrato amónico, y un buen perfosfato mineral deberá contener al menos un 12 por 100; aquellos que contengan una dosis *soluble* superior al 20 por 100 se llaman perfosfatos concentrados.

La cantidad de anhídride fosfórico soluble que un perfosfato contiene constituye lo que se llama comunmente el *título ó grado* de un perfosfato, pues la parte de ácido fosfórico *no soluble* que encierra siempre, como no tiene valor alguno para el agricultor, tampoco tiene precio en el comercio de abonos, ni se ha de tener nunca en cuenta.

Las dos clases de perfosfatos que anteriormente señalamos—de huesos y minerales—sirven igualmente para el abono desde el punto de vista económico, pues el precio del anhídrido fosfórico es aproximadamente el mismo. Pero existen terrenos especiales que hacen preferir el uno antes que el otro de esos perfosfatos. Así, en aquellas tierras pobres y arenosas y para aquellos cultivos más ávidos de azoe, suélese dar casi siempre la preferencia á los perfosfatos de hueso; pero en los terrenos ricos en materia orgánica ó que anteriormente fueron abonados con grandes cantidades de estiércol, y también en aquellas tierras que sirvieron de prados artificiales con leguminosas, ttene ventajas el empleo de los perfosfatos minerales.

Dejando á un lado esas diferencias en el empleo de los perfosfatos, que se fundan en la naturaleza del terreno, hemos de hacer constar que los perfosfatos de hueso son un tanto más activos que los otros. Débese esto indudablemente á que la pequeña cantidad de azoe que contienen favorece la asimilación del anhídrido, haciendo mayor su difusibilidad en el terreno. Hay más; según opiniones expresadas por distinguidos agrónomos extranjeros, los perfosfatos de hueso pueden tener alguna vez y en determinadas ocasio-

nes aun menor eficacia inmediata que los perfosfatos minerales, á causa sin duda de la grasa que contienen; lo indudable es que los de naturaleza mineral tienen una acción más lenta, pero también más duradera.

Sin embargo, es lo cierto que el agricultor suele pagar siempre á mejor precio los perfosfatos de hueso que los demás, lo cual no debería ser, al menos no en tanta escala como es actualmente, pues en realidad tiene el mismo valor el anhídride que se contiene en unos y en otros.

Como tenemos dicho ya, el anhídride fosfórico que los perfosfatos encierran es soluble en el citrato amónico y en el agua; pero en el terreno el anhídride soluble, después de haberse deshecho—pues el agua del terreno agrario contiene ciertas substancias que favorecen esta evolución de los perfosfatos,—se difunde, se distribuye como no podría obtenerse por medio alguno mecánico; pero después se convierte en insoluble. Este retorno al estado insoluble llámase *retrogradación*, y puede producirse también en aquellos perfosfatos que se guardan amontonados algún tiempo antes de emplearse. Este fenómeno es más grave en aquellos perfosfatos que contienen mucho óxido de hierro y de

aluminio, por lo cual todo lo más que se les tolera es el uno por ciento.

Y ahora, nos creemos ya en el caso de decir algo sobre las "escorias pulverulentas Thomas" que sirva de guía y de ilustración para cuantos quieran también por sí propios aprovechar anteriores experiencias. Por de pronto, hemos de hacer constar que en el acertado empleo de los abonos minerales tiene la economía agrícola el medio infalible de producir mucho y, por la tanto, barato, como hoy lo exigen las circunstancias para poder sostener ventajosa competencia con la gran producción de los terrenos vírgenes de América, Oceanía y otros países que inundan los mercados de la vieja Europa.

Importa empero sentar el principio y tenerlo muy presente, de que en las tierras culturales de España, que en su gran mayoría deben ser consideradas como realmente esquilmas y agotadas hasta lo inconcebible (según repetidos análisis practicados), no basta hoy restituir á la tierra con el abono, tan sólo la cantidad de materias minerales que del mismo extrae una cosecha.

Para reponer estas tierras en un estado de absoluta fertilidad, precisa darles los diferentes elementos ó materias de abono, en especial el ácido fosfórico y la potasa, como

base principal de todos los cultivos, con relativa abundancia y todos los años.

Tan sólo cuando á pesar de un abundante abono (apropiado por supuesto al cultivo de que se trate), ya no se observe aumento de cosecha, solamente entonces puede considerarse el campo provisto de una cantidad normal de elementos minerales, y tan sólo entonces también puede limitarse el abono á las cantidades de las diferentes materias que corresponden, ó que de las mismas extrae la cosecha que se trata de obtener.

Obrando con arreglo á este principio, el agricultor, después de haber vuelto sus campos á un estado de conveniente fertilidad, conseguirá evitar que se agoten nuevamente y obtendrá siempre buenas cosechas.

Ya no hay duda, después del gran empleo que de los abonos minerales se viene haciendo en muchas partes, que éstos siempre producen un rendimiento muy superior en productos al gasto que ocasionan.

Es necesario, sin embargo, que su empleo se haga con verdadero conocimiento y acierto, no fiándose el labrador de marcas y de secretos, ni de productos cuya graduación no se garantice.

Por eso el método moderno de abonar, recomendado por la ciencia y adoptado por la

práctica, prefiere á los guanos ó llamados abonos completos, la aplicación por separado de los varios elementos ó materias que suelen componer dichos abonos.

Son estos elementos,—necesarios, en mayor ó menor cantidad, á todos los cultivos,—los siguientes:

ACIDO FOSFÓRICO, que puede darse principalmente en forma:

de Escoria pulverulenta Thomas, ó superfosfatos;

debiendo fijarse el comprador en los grados de ácido fosfórico soluble, ya que cada grado tiene su valor ó precio comercial.

POTASA, que puede darse en forma de cloruro de potasa, que lo hay desde 80 hasta 95 % equivalente á 50,5 hasta 60 % potasa pura;

sulfato de potasa, que lo hay desde 90 hasta 96 % equivalente á 48,6 hasta 51,8 % potasa pura;

sales calcinadas de 40 á 70 % sulfato de potasa equivalente á 21,6 hasta 37,8 % potasa pura;

kainita de 23 á 25 % sulfato de potasa equivalente á 12,4 % potasa pura;

teniendo presente también que á la graduación responde el precio.

AZOE Ó NITRÓGENO, que puede darse principalmente en forma:

de nitrato de sosa que contiene $15/16$ por 100 azoe.

de sulfato de amoníaco que contiene $20/21$ por 100 azoe.

de estiércol de cuadra y del llamado abono en verde.

CAL, que aunque muchos terrenos no escasean de ella, en otros es muy necesaria y puede darse en forma:

de cal común y de yeso; y

escorias Thomas que contienen un $45/55$ por 100 de cal, que recibe gratuitamente el comprador de esta materia, ya que el precio de éstas se calcula tan sólo con arreglo á su riqueza en ácido fosfórico.

De todas estas materias todas las plantas necesitan, aunque, según su clase y naturaleza, en proporciones y cantidades muy diversas, resultando, por lo tanto, que sólo conociendo con la posible exactitud las particulares exigencias de cada cultivo, podemos satisfacer con verdadera propiedad y economía sus necesidades.

En ello se funda principalmente el procedimiento moderno de abonar con las llamadas primeras materias mejor que con los guanos completos, toda vez que estos últimos, por

su combinación uniforme, no pueden responder tan exactamente á las necesidades especiales de cada cultivo, faltando unas veces y otras sobrando cantidad de alguna de las materias que los componen.

Abonando con primeras materias se evita todo gasto inútil y con seguridad resulta remunerador el gasto que se hace.

Tan sólo puede resultar conveniente en algunos casos practicar algunas experiencias comparativas para comprobar prácticamente la mayor ó menor escasez en un terreno de una ú otra materia, lo cual tampoco puede hacerse con los abonos completos.

Para mejor apreciar la importancia e intervención de los varios elementos ó materias en los efectos de la vegetación, conviene saber que

El ÁCIDO FOSFÓRICO y las SALES POTÁSICAS, intervienen principalmente en la formación del fruto, del grano en los cereales, etc., aumentando la cantidad y mejorando la calidad de las cosechas.

El AZOE ó NITRÓGENO en cambio produce principalmente follaje, ó leña en las plantas leñosas, da vigor á la planta y favorece su crecimiento; la falta de azoe se deja conocer generalmente por un débil desarrollo y as-

pecto amarillento del follaje; un verde obscuro es señal de suficiente nutrición.

Por ello se comprende lo necesario del combinado empleo de todas las materias para la producción de abundantes cosechas, pudiendo fácilmente la falta de una de ellas echar á perder los resultados.

En demostración, diremos que muchas veces se habrá observado, por ejemplo, que un campo de trigo abonado solamente con estiércol, por su riqueza en azoe, presenta lozano aspecto en primavera, produciendo sin embargo una granazón muy deficiente por la falta de ácido fosfórico, que apenas lo contiene el estiércol, y las tierras de España por lo regular resultan extraordinariamente agotadas precisamente de ácido fosfórico.

Demos ahora una breve idea de algunos de los más importantes elementos de fertilización, aunque sea repitiendo algo de lo que ya tenemos dicho.

AZOE Ó NITRÓGENO.—Damos la preferencia al *nitrate de sosa* por su efecto seguro é inmediato, á la par que bastante más remunerador que el sulfato de amoniaco.

El *nitrate de sosa*, sal natural, contiene el nitrógeno bajo forma directamente asimilable y aprovechable por las plantas, por lo cual su efecto es inmediato y seguro; tan

sólo conviene, en atención á su gran solubilidad, emplear esta materia en dos ó tres veces mejor que en una sola, á fin de nutrir la planta convenientemente desde el principio de la vegetación hasta la cosecha.

Debe emplearse en lo posible en el momento de los períodos de actividad de la vegetación y en tiempo húmedo que favorezca su disolución, evitando, sin embargo, las grandes lluvias que arrastrarían fácilmente esta sal al subsuelo. Basta con esparcirla al voleo. En los sembrados de invierno puede darse hasta una tercera parte con la siembra.

El *sulfato de amoníaco* transforma en el suelo su amoníaco en nitrógeno nítrico, forma en la cual tan sólo pueden utilizarlo las plantas. En esta transformación, el sulfato de amoníaco pierde en forma de gas una parte de su riqueza, cuya circunstancia explica el efecto más lento á la par que menos remunerador que el nitrato de sosa. Puede ser preferido donde conviene un efecto lento, ó donde el exceso de aguas produciría un lavado del muy soluble nitrato de sosa.

Debe emplearse mitad en otoño y mitad en primavera, procurando para su empleo dejarlo mezclado con la tierra, aprovechando también tiempo lluvioso, ó haciendo seguir un riego en los terrenos de regadío.

El buen *estiércol de cuadra*, aunque contiene una pequeña parte de potasa y una menor aun de ácido fosfórico, debe ser considerado como abono azoado, ya que el azoe es su dominante. Entre los abonos azoados, el estiércol de cuadra es el más caro de todos, en relación á su poco valor intrínseco nutritivo; su empleo, sin embargo es muy recomendable, *alternando* con los abonos minerales, por la favorable influencia que ejerce en las condiciones físicas del suelo.

Debe tenerse muy presente, que nunca el empleo exclusivo del estiércol, dada su falta relativa de ácido fosfórico y de potasa, puede bastar para producir cosechas máximas. Es preferible emplearlo en menor cantidad, adicionándole *Escorias Thomas* y sales de potasa.

Estas dos últimas materias pueden ser añadidas también en capas intermedias durante la formación del estercolero, obteniendo de este modo un excelente abono completo.

El *abono en verde*, poco practicado en España y siempre con escaso conocimiento de causa—y del que hablaremos más adelante—merece ser empleado con mucha más frecuencia, por ser el que suple con más ventaja la falta de estiércol, que generalmente existe en todas las fincas rurales.

Las llamadas plantas papilionáceas ó leguminosas tienen la facultad de absorber en gran cantidad el azoe libre de la atmósfera, por lo tanto de adquirirlo de una fuente que nada cuesta.

Sin embargo, este manantial de *azoe* no surte sino cuando las leguminosas están ávidas de ázoe, es decir, cuando no se lo damos con el abono. El abono azoado en las leguminosas, como habas, guisantes, yeros, trébol rojo, etc., resulta supérfluo ó de todos modos improductivo, al paso que el ácido fosfórico y potasa es para ellas de suma importancia, pues aumenta su poder absorbente respecto del nitrógeno. Cuanto más vigor y mayor desarrollo tienen las plantas leguminosas, gracias á un abundante abono fosfato-potásico, mayor cantidad de nitrógeno podrán absorber de la atmósfera y en mayor abundancia enriquecer la hacienda de este elemento, tan caro como importante para todos los cultivos.

Por su espesa sombra, la caída de sus hojas y por su raíz profunda, impregnada esta última también de azoe, estas plantas ejercen una influencia sumamente favorable sobre el carácter físico del suelo, predisponiéndole favorablemente al cultivo de otras plantas.

Enterradas por completo, constituyen un

excelente abono herbáceo ó abono en verde, dando calor y humus al suelo, con una notable cantidad de azoe, sin gastos de arrastre que tan extraordinariamente encarecen los estiércoles.

Según notables estudios hechos, con un buen cultivo de abono herbáceo ó en verde con leguminosas, pueden obtenerse de 60 á 140 kilogramos de nitrógeno equivalente en término medio al contenido en 600 kilogramos de nitrato de sosa.

CAL.—Materia también muy necesaria á toda vegetación, abunda sin embargo en los suelos naturales más que el ácido fosfórico y las sales de potasa. En los terrenos y cosechas necesitadas de cal, abonando con *Escorias Thomas*, puede bastar á veces la riqueza en cal que éstas contienen no ocasionando ningún gasto extraordinario de arrastre ó de aplicación como ocurre cuando se emplea la cal ó el yeso. La existencia de cal en el suelo aumenta particularmente el efecto de los demás abonos.

Resumiendo nuevamente la forma conveniente de emplear los diferentes abonos, en términos generales, podemos decir:

Que las sales de potasa y los fosfatos, en especial las *Escorias Thomas*, deben esparcirse y ser mezcladas y profundizadas

en la tierra con el arado en otoño, ó en primavera tratándose de siembras de verano, pero siempre con la posible anticipación.

El *sulfato de amoníaco* puede darse en otoño hasta la mitad de la dosis y para el *nitrato de sosa* á lo sumo un cuarto y el resto en primavera en dos ó tres veces, esparciéndolo al voleo, en especial el nitrato de sosa.

Cuando mejor se hace la aplicación de los abonos es siempre por la mañana en que suele haber calma, pues el viento impide el igual y buen reparto, y después de esparcidos por medio del arado ó de la cava, son mezclados con la tierra.

Determinar con absoluta exactitud el abono conveniente para un cultivo, es posible únicamente después de detenido análisis del terreno, comprobado por experiencias prácticas.

Son estas experiencias prácticas el medio verdadero de estudiar y conocer por sí mismo el inteligente labrador, las necesidades y condiciones de sus terrenos, y gran enseñanza pueden proporcionarle para una racional explotación de su finca.

Con un bien entendido empleo de los abonos basado en una bien entendida rotación de cosechas, hoy día la agricultura puede pro-

ducir muy satisfactorios rendimientos, logrando cosechas dobles y triples de las que hoy se obtienen en muchísimas comarcas de España.

Es necesario convencerse de ello, y de que *donde no rinde la agricultura lo suficiente es tan sólo por falta del necesario estudio de la misma.*

Importa ante todo en España *separarse de antiguas rutinas*, algunas de ellas desgraciadamente muy arraigadas y que por sí solas pueden bastar para determinar la ruína de la industria agrícola; hacemos para ello dos recomendaciones de importancia:

La 1.^a *labrar hondo.*

La 2.^a *cultivar las tierras todos los años.*

Son ruinosos por lo improductivos, e innecesarios en absoluto los prolongados barbechos, tan en uso fatalmente en una gran parte de España.

Una *buen labor*, una *bien entendida rotación* de cosechas y un *inteligente empleo de abonos*, son medios sobradamente suficientes, según ha demostrado la experiencia en innumerables ocasiones, para obtener resultados muy buenos con un cultivo intensivo aún en terrenos malos, descuidados ó muy agotados.

Al inteligente labrador, celoso de sus inte-

reses, compete el estudio práctico de las modificaciones reclamadas por la particular situación y administración de su hacienda.

Para ello recomendamos muy eficazmente recurrir á la práctica de *repetidas* y *variadas experiencias*.

Los elementos nutritivos se encuentran en el suelo en combinaciones tales y en grados de solubilidad tan diversos, que ni el análisis más minucioso puede determinarlos con exactitud; una comprobación práctica puede mejor aproximarnos á ella y siempre servirá al mismo tiempo de provechosa enseñanza.

CAPITULO III

DE LOS ABONOS MINERALES

(CONTINUACIÓN)

Ideas generales.

Las plantas toman los elementos de que se componen del aire y de la tierra en que vegetan. La mayor parte de dichos elementos proceden del primer manantial, que es inagotable y gratuito para el labrador, y del segundo ó de la tierra toman sólo una pequeña proporción, que se encuentra en su mayor parte en las cenizas que se producen cuando se quema ó incinera el vegetal.

Aun cuando la cantidad de materia que la planta toma de la tierra es pequeña, la sustracción lenta, pero repetida en el transcurso del tiempo, de ciertos elementos que en ella escasean, hace que el suelo vaya perdiendo poco á poco su poder productivo, si no se restituyen los elementos necesarios que desaparecen con las cosechas obtenidas. En la restitución de estos elementos del suelo, se funda el empleo de los *abonos* ó materias fertilizantes.

De los cuerpos ó elementos que la planta toma del terreno, unos existen en gran cantidad con relación á las exigencias del vegetal, y no hay, por tal causa, necesidad de devolverlos al suelo, mientras que otros escasean y deben por tanto restituirse, siendo su conocimiento el que interesa al labrador en la práctica del cultivo.

Los cuerpos que se encuentran en este último caso, son generalmente tres, á saber: el *nitrógeno*, el *ácido fosfórico* y la *potasa*. En algunas tierras hay también insuficiencia de *cal*, pero afortunadamente, como ya hemos dicho en otra ocasión, en España las tierras son en su mayoría fuertemente *calizas*, por cuya razón el labrador sólo tiene que ocuparse en general de restituir al terreno los tres cuerpos anteriormente citados, y muy especialmente los dos primeros ó sean el *nitrógeno* y el *ácido fosfórico*, pues el tercer cuerpo ó sea la *potasa*, se encuentra en proporción bastante para la generalidad de los cultivos, teniendo en cuenta la cantidad que de la misma aportan los riegos al terreno.

Debemos advertir, que dichos cuerpos no se adicionan en tal forma y directamente á las tierras, sino en combinaciones diversas, tal

como se encuentran en los abonos y que es como pueden utilizarlos los vegetales.

De los citados cuerpos, el nitrógeno lo toman las plantas del aire y del terreno en proporciones diversas según las plantas, existiendo algunas, como las leguminosas, que lo toman casi exclusivamente del aire. El ácido fosfórico y la potasa, lo asimilan de los elementos que se encuentran en el terreno, de lo que se deduce que no hay necesidad de restituir íntegra ó totalmente el nitrógeno que las cosechas contienen, mientras que habrá de devolverse el ácido fosfórico y la potasa, si el terreno no los contiene en suficiente cantidad como sucede muy generalmente con el ácido fosfórico.

Los abonos proceden ya de los vegetales ó de los animales, recibiendo en ambos casos el nombre de *abonos orgánicos* ó tienen su origen en el reino mineral y entonces se denominan *abonos minerales*. Cuando están constituidos por la mezcla de estos dos grupos, se clasifican como *abonos mixtos*.

Los abonos que prepara la industria reciben el calificativo de *abonos industriales* ó *químicos* y pueden figurar en uno ú otro de los tres grupos que acabamos de citar.

Los *abonos orgánicos* llevan con los elementos nutritivos ya mencionados, otros en

combinaciones complejas, constituyendo la *materia orgánica*, que desempeña un papel muy importante, tanto por *modificar las propiedades físicas* de modo conveniente en toda clase de tierras, como por *movilizar ó transformar* haciéndolos asimilables, elementos que de otro modo permanecerían largo tiempo en el terreno sin utilidad inmediata para la planta. Pero es indispensable para que dichos abonos orgánicos produzcan un efecto marcado en estos últimos conceptos, que la cantidad que aporten al suelo de materia orgánica sea grande, como acontece con el estiércol y abonos análogos, pues en otro caso dichos efectos apenas son manifiestos ó sensibles. Los abonos orgánicos concentrados, como la sangre y carne desecadas, raspadura de cuernos, etc., se encuentran en este último caso, y su acción se asemeja á los abonos del siguiente grupo.

La acción de estos abonos en general es algo lenta por la necesidad que tienen sus elementos de transformarse, para poder ser asimilados por las plantas.

Los *abonos minerales*, sólo llevan con los elementos nutritivos, otros cuerpos ó materias minerales en pequeña proporción en general, y dadas las cantidades limitadas que se emplean de estos abonos en la práctica, su

papel se reduce esencialmente á nutrir el vegetal, teniendo escasa influencia en cuanto se refiere á la modificación de las propiedades físicas del terreno. En cambio ofrecen la ventaja de contener en un pequeño volumen, gran cantidad de materias nutritivas, y si éstas se encuentran en forma inmediatamente asimilable, su acción es rápida y manifiesta sobre el desarrollo de los vegetales, circunstancias que permite el emplearlos cuando las plantas se encuentran en plena vegetación.

Los *abonos mixtos*, participan, como se comprende, de las ventajas é inconvenientes de los dos grupos anteriores en mayor ó menor grado, según la cantidad ó proporción en que entran las materias orgánicas y minerales que constituyen el abono mixto. Lo propio puede decirse de los *abonos industriales*.

De la diferente manera de obrar de los abonos orgánicos y minerales se deduce que cuando haya necesidad de modificar las propiedades físicas del suelo, como sucede con las tierras muy sueltas y muy especialmente con las tierras fuertes tan frecuentes en algunas provincias españolas, deberán emplearse los abonos orgánicos que, como el estiércol ó análogos, pueden desempeñar dicho fin, combinados en proporción conve-

niente con los abonos minerales, que son su complemento necesario, mientras que en las tierras suaves ó de consistencia media, podrán aplicarse en mayor proporción los últimos, y aún exclusivamente en casos determinados, entre otros en las tierras muy ricas en humus ó materia orgánica, que se distinguen por su color obscuro y poca consistencia ó tenacidad.

Debemos insistir en la necesidad del empleo combinado de los abonos orgánicos y minerales en las tierras fuertes, pues la falta de humus es tan manifiesta en una gran zona de las tierras desde antiguo cultivadas en la mayoría de las regiones españolas, que sus malas propiedades físicas son un obstáculo serio para un cultivo remunerador, por su aspereza y dificultad para las labores, falta de permeabilidad, y gran compacidad que adquieren con los riegos, lo que dificulta notablemente el desarrollo de las plantas. Se impone en tales tierras, en primer término, el mejorar dichas propiedades y sólo puede conseguirse, aunque lentamente, con el empleo continuado y repetido de abonos de naturaleza orgánica.

Estos defectos son mucho más sensibles para las plantas de verano ó *verdes*, que para las de otoño, por necesitar las primeras ma-

por número de riegos que las segundas. Así el trigo por ejemplo, puede cultivarse con buen resultado con abonos minerales, aún en tierras fuertes, pero no es de aconsejar la continuación de este sistema, con exclusión de los abonos orgánicos durante largo tiempo, por las razones indicadas.

Cuando el labrador, como es frecuente por desgracia, no cuenta con estiércol bastante para el cultivo de tales tierras, ni posee el capital y conocimientos que suponen el cultivo de plantas forrajeras y la cría de ganados, debe en tal caso apelar al sistema de los *abonos verdes*, que resuelven dicho problema con sencillez y economía, ofreciendo la ventaja este método de poder ser, por tal causa, aplicado por gran número de labradores.

Ya indicamos más arriba, que las plantas toman la mayoría de sus elementos del aire, de suerte que si cultivamos una planta y la enterramos cuando alcanza su mayor desarrollo, introduciremos en el suelo la materia orgánica que la constituye y cuyo origen dejamos expuesto. Dado el fin que nos proponemos, deberemos preferir las plantas de gran desarrollo foliáceo y de un cultivo sencillo y económico.

Pero aun podemos lograr más, por existir

un grupo de plantas como son las *leguminosas*, que presentan la propiedad de asimilar el *nitrógeno* del aire, y ya dijimos que este es uno de los elementos que escasean en los terrenos y el que más cuesta al labrador, de modo que se comprende la utilidad que pueden ofrecer aquellas, para fertilizar las tierras, bajo el doble concepto de adicionar á las mismas *nitrógeno y materia orgánica*.

Entre las diferentes plantas ensayadas con tal objeto, la que ha dado mejores resultados ha sido el *trébol rojo*, tanto por su desarrollo foliáceo, como por la cantidad que asimila de nitrógeno, y que ha sido de 305 kilogramos por hectárea como término medio.

Para utilizar dicha planta como abono, basta ir amontonando en el mismo campo que se produce los diferentes cortes, y se consigue de este modo una gran cantidad de materia, de un poder fertilizante tres ó cuatro veces mayor que el estiércol, que puede aprovecharse en el mismo campo, ó mejor en otras tierras dispuestas al efecto.

Esta práctica de los abonos verdes por medio del *trébol rojo*, debemos recomendarla muy especialmente á los labradores que cultiven tierras fuertes, esquilgadas, de pequeña renta y que dispongan de suficiente agua para el cultivo de dicha leguminosa.

Las plantas exigen, para su perfecto desarrollo, una proporción determinada entre los elementos que contribuyen á su nutrición y por consecuencia entre los tres que más escasean en el terreno, y cuando dicha proporción no existe, la producción queda estancada ó sólo alcanza el límite que permite el elemento ó cuerpo que se encuentra en menor cantidad relativa ó en el *mínimum*. Si la desproporción fuese muy manifiesta, bastaría adicionar solamente el cuerpo que figura en el *mínimum* para aumentar á veces de modo notable la producción; pero este sistema no puede prolongarse mucho tiempo, pues la adición constante de dicho cuerpo hace que desaparezca aquella desproporción, y desde entonces es indispensable el empleo de los demás elementos nutritivos.

Experiencias y prácticas.

Reconocida hoy la importancia real que tienen en el moderno cultivo los abonos minerales, como complementarios del estiércol común, creemos oportuno exponer algunas breves consideraciones relacionadas con la aplicación racional de dichos abonos en el cultivo del *trigo en regadío*, pues las experiencias realizadas y las observaciones

recogidas tanto en el cultivo corriente como en el de ilustrados agricultores, demuestran que de la referida aplicación depende, en *gran parte*, el conseguir que el cultivo de tan importante cereal sea remunerador y no ruinoso, como sucede generalmente siguiendo los procedimientos usuales en toda España. Y decimos en gran parte, porque para obtener de los abonos minerales todo su efecto útil, es indispensable que su acción vaya unida á la práctica de buenas *labores y riegos* bien entendidos.

Habiendo de dirigirse las consideraciones que hemos de hacer, principalmente á los labradores que desconocen el uso de los abonos minerales, creemos útil recordar previamente el fundamento de su aplicación.

Las plantas toman los elementos de que se componen del *aire* y de la *tierra* en que vegetan. De los primeros no tiene que ocuparse el agricultor y de los segundos únicamente de aquellos que escasean en el terreno, y que por tal causa debe adicionarlos para aumentar de modo conveniente la producción.

Los cuerpos que en general se encuentran en cantidad deficiente en las tierras son cuatro, que reciben los nombres de *nitrógeno*, *ácido fosfórico*, *potasa* y *cal*.

En las tierras *calizas* bastante frecuentes en el cultivo, se comprende que no haya nece-

sidad de emplear la *cal* y en los terrenos *arcillosos* ó fuertes, existe generalmente bastante cantidad de *potasa*, para las necesidades de los cereales de invierno, poco exigentes en este elemento.

Los cuerpos citados pueden suministrarse al terreno bajo la forma de estiércol ú otros *abonos orgánicos*, y por medio de *abonos minerales*.

No nos ocuparemos ahora de los primeros, cuyos efectos son perfectamente conocidos de los labradores, debiendo sólo hacer una observación que creemos importante, y es que para lograr producciones *remuneradoras* de trigo con estiércol, debe completarse éste con abonos minerales que contengan *ácido fosfórico*, para armonizar de modo conveniente para el trigo los elementos que contiene dicho estiércol. Las dosis que en este caso pueden emplearse de abonos fosfatados, son próximamente la mitad de las que luego indicaremos.

Pasando á ocuparnos de los *abonos minerales*, objeto especial de este capítulo, veamos cuales son los que contienen los dos cuerpos ya citados, que más comunmente faltan en las tierras de cultivo ó sean el *nitrógeno* y *ácido fosfórico*.

El primero de estos cuerpos, lo encontra-

mos en los abonos denominados *nitrate de sosa y sulfato de amoníaco*.

El nitrate de sosa contiene de 15 á 16 por 100 de nitrógeno, en forma inmediatamente asimilable por las plantas, por cuya razón y por ser fácilmente soluble en el agua, sus efectos son muy rápidos, observándose ya á los pocos días de su distribución.

Su acción sobre el trigo se manifiesta de modo sensible en el cambio de color de las hojas, que toman un tinte verde obscuro, signo, como saben los labradores, de vitalidad en la planta y de su mayor desarrollo; consecuencia de una mejor nutrición. Como el citado fenómeno es muy marcado, los labradores que emplean por primera vez dicho nitrate tienden á exajerar sus buenos efectos, inclinándose á emplear preferentemente este abono sobre los demás, pero debemos hacer notar que no basta su empleo exclusivo para lograr buenas cosechas de trigo, porque su acción se ejerce más especialmente en el desarrollo del tallo y hojas, ó sea de la paja, sin perjuicio del aumento consiguiente del grano, pero este aumento no se verifica en proporción relativa al de aquélla.

El nitrate de sosa ofrece también la particularidad de no ser retenido fácilmente por las capas superficiales del terreno, llegando

por filtración al *subsuelo* ó capas inferiores, donde en gran parte queda perdido para las plantas, y de aquí la conveniencia de no distribuir este abono hasta la primavera, hecho confirmado repetidamente en las buenas prácticas culturales, llegándose en algún caso, para disminuir dichas pérdidas, á la repartición del nitrato en dos veces en la citada época.

El *sulfato de amoníaco* contiene de 20 á 21 por 100 de nitrógeno, ó sea una tercera parte más que el nitrato de sosa, pero necesita para hacerse asimilable por la planta experimentar un fenómeno de nitrificación, ó transformación en el terreno, circunstancia que explica la mayor lentitud de su acción, y la consiguiente necesidad de que se encuentre mayor tiempo á disposición del vegetal, por cuyo motivo se distribuye este abono en otoño, poco antes de la siembra del trigo.

Debemos hacer constar, como resultado de las experiencias á que nos referimos y de otras de nuestro país, que el sulfato de amoníaco en las tierras de regadío, produce efectos análogos al nitrato de sosa, empleados en las épocas citadas, mientras que en las tierras de secano del Centro y Norte de Europa, semejantes por sus condiciones de humedad á las de nuestras provincias del

Norte, el nitrato de sosa ofrece mejores resultados que el abono que nos ocupa.

Hechas las anteriores indicaciones respecto á los abonos nitrogenados, vamos á hacer observaciones análogas por lo que se relaciona con las materias fertilizantes que contienen *ácido fosfórico*.

Muy diversos son los abonos minerales *fosfatados* que se emplean en el cultivo, pero debiendo limitarnos á los que por hoy pueden aplicarse en nuestro país, queda reducido nuestro estudio al de los abonos conocidos con el nombre de *superfosfatos*. En ellos se encuentra el ácido fosfórico bajo forma soluble, ya en el agua ó en un reactivo denominado *citrato amónico*, y teniendo próximamente igual valor dicho ácido fosfórico en uno ú otro estado, se venden generalmente los superfosfatos garantizando una riqueza ó proporción determinada de ácido fosfórico *soluble al citrato*.

La proporción de dicho elemento útil en los superfosfatos es muy variable, pero conviene casi siempre la adquisición de los que son ricos en dicho ácido fosfórico, como los que contienen de 16 á 18 por 100 de este cuerpo. Existen también superfosfatos llamados dobles ó concentrados, porque tienen doble proporción de ácido fosfórico, pero no

se encuentran fácilmente en el comercio de abonos de España.

De la breve exposición que acabamos de hacer, se deduce que, por hoy, los abonos minerales que debe emplear el agricultor español son los *superfosfatos* en primer término, en unión del *nitrate de sosa* y del *sulfato de amoníaco*.

Veamos ahora en qué forma y en qué cantidad deben ensayarse, según los casos más frecuentes del cultivo. Cuatro casos vamos á considerar, á saber: tierras de *fertilidad media* ú ordinaria; tierras *esquilgadas*; tierras *salitrosas* y por último tierras *fértiles*.

Antes de examinar estos diferentes casos, hemos de hacer una observación general. La falta de fertilidad de las tierras puede depender de deficiencia ó escasez de los elementos útiles ó de propiedades físicas defectuosas, como lo son para el trigo las que ofrecen las tierras pedregosas, sueltas ó muy arenosas, de poco fondo, y las no permeables, propiedad de estas últimas y de los terrenos extremadamente arcillosos.

En esta clase de suelos los abonos producen poco efecto ordinariamente, y puede suceder que el aumento de producto no compense el gasto del abono, por cuya razón conviene hacer ensayos previos, antes de

emplear los abonos minerales ú orgánicos en gran escala.

Hecha esta observación pasemos al estudio de los cuatro casos anteriormente citados.

1.º *Tierras de fertilidad media.*—Es el caso más general, y debemos distinguir las tierras en que por primera vez se aplican los abonos minerales, de aquellas otras en que se haya hecho uso desde algún tiempo de los mismos.

En las primeras y por las razones que ya expusimos, conviene aumentar la dosis de fosfatos, pudiendo aconsejarse como promedio la cantidad de unos 80 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea, que corresponde á la de 500 kilogramos de superfosfato de 16 á 18 por 100, los cuales deben repartirse á voleo en el terreno antes de dar el riego que precede á la siembra, si se hace ésta de tempero, ó antes de la última labor si la siembra ha de hacerse á agua civera. Como para la buena distribución de los superfosfatos que son muy finos y algo ligeros, conviene un tiempo de calma, es de recomendar el que la operación se efectúe con la posible anticipación, para no verse obligado á retrasar el momento de la siembra, si sobrevinieran vientos en esta época.

Cuando en la tierra que se va á abonar, se

han empleado anteriormente abonos fosfatos, basta generalmente aplicar sobre 50 kilogramos de ácido fosfórico por hectárea, equivalentes á unos 300 kilogramos de superfosfato de la riqueza expresada anteriormente, debiendo efectuarse la distribución como en el caso anterior. Esta proporción de ácido fosfórico basta en período normal, puesto que cada hectolitro de trigo con la paja correspondiente, extrae del terreno por término medio un kilogramo de dicho cuerpo y por consiguiente se podrían alcanzar cosechas de más de 40 hectolitros con la cantidad citada de abono, y como la producción media es menos en condiciones ordinarias, quedará cada año un pequeño remanente en el terreno, muy útil para la mejora del mismo.

Vemos, pues, que por lo que refiere al ácido fosfórico se debe restituir todo el que la planta contiene y un pequeño excedente, para subvenir á las ligeras pérdidas que puedan originarse en el terreno y aumentar progresivamente su riqueza natural en dicho elemento.

Respecto al *nitrógeno* no hace falta suministrar todo el que la planta contiene, porque parte de él procede de fenómenos de nitrificación en que interviene el nitrógeno del aire. De las varias experiencias verificadas con referencia á este aspecto del problema y de las

observaciones recogidas en el cultivo corriente, resulta que es suficiente en general aplicar unos 30 kilogramos de nitrógeno por hectárea, en el caso que venimos estudiando.

Como el terreno suponemos que tiene una fertilidad regular, y las necesidades del trigo en el primer período son pequeñas, basta ordinariamente el nitrógeno que hay en el suelo, para subvenir á tales necesidades, razón por la cual, el abono nitrogenado no debe repartirse hasta la segunda quincena de marzo ó primera de abril, en que toma gran impulso el desarrollo de los cereales.

Por lo anteriormente expuesto sabemos, que el abono indicado para distribuirlo en esta época, es el *nitrato de sosa*, del que habrá de aplicarse unos 200 kilogramos por hectárea. que contienen los 30 kilogramos de nitrógeno á que antes nos referimos.

Como el nitrato de sosa suele presentar trozos más ó menos compactos, hay que deshacerlos para que quede convenientemente pulverizado y facilitar su distribución. Esta se efectúa á voleo como para los superfosfatos, debiendo tener especial cuidado en que los obreros lo distribuyan con bastante igualdad, por ser su acción muy sensible sobre el desarrollo del trigo, pudiendo apreciarse por

tal causa, al poco tiempo, la mayor ó menor perfección de dicho trabajo.

Repartido el nitrato, debe seguidamente efectuarse el riego del campo, pues de otro modo puede originar algún perjuicio dicho abono.

2.º *Tierras esquilmas.*—El segundo caso que tenemos que considerar es el de los terrenos esquilmas ó pobres, por deficiencia en los elementos fertilizantes.

Este caso es por desgracia muy frecuente en España, en las tierras algo alejadas de las poblaciones y en las fincas de gran extensión, debido principalmente al sistema seguido en el cultivo, alternando los cereales con el barbecho sin el concurso de abonos, siendo además defectuosas las labores y riegos, todo lo que ha conducido lógicamente y fatalmente al esquilamiento del terreno y á producciones escasas que no compensan en modo alguno los gastos de cultivo.

Estas tierras son muy pobres generalmente en ácido fosfórico y también en nitrógeno, hasta el punto de necesitar la planta un suplemento de este último cuerpo en el primer período ó comienzo de su desarrollo, circunstancia que caracteriza el modo de abonar estos terrenos.

La práctica más recomendable consiste en

poner antes de la siembra el superfosfato mezclado con sulfato de amoníaco, y después en primavera nitrato de sosa. Pueden emplearse las cantidades de 300 kilogramos de superfosfato de 16 á 18 por 100, ó su equivalente con 100 kilogramos de sulfato de amoníaco en otoño, y cerca 200 kilogramos de nitrato de sosa en primavera, bien entendido que son términos medios que la práctica y la observación en cada finca deben aquilatar más adelante. La distribución se hace como explicamos en el caso anterior, procurando que la mezcla del superfosfato y sulfato de amoníaco sea bien homogénea, para que la repartición resulte uniforme.

Las tierras que consideramos, exigen, como se comprende, mayores gastos para su fertilización que las primeramente estudiadas, dando generalmente menos beneficio los primeros años, pero es indispensable no economizar aquellos gastos si se ha de llegar á un período más lucrativo, bien entendido que partimos del supuesto de que queda un beneficio mayor ó menor, con el empleo de dichos abonos aun en el primer período, pues de no ser así, debe modificarse el sistema de cultivo, armonizándolo con las condiciones ó circunstancias en que opere el agricultor.

3.º *Tierras salitrosas.*—El tercer caso

que debemos estudiar es el de las tierras *salitrosas*, algo comunes en la cuenca del Ebro, y muchas de las provincias de España.

El salitre no es otra cosa que el *nitrato de potasa*, abono mineral aun más eficaz que el nitrato de sosa, porque además del nitrógeno proporciona *potasa* á las plantas, y ya hemos indicado que este elemento, si bien poco importante para los cereales, lo es bastante para ciertos vegetales, como la remolacha y algunas plantas forrajeras.

Dedúcese, por lo tanto, que las tierras arcillo-calizas y algo salitrosas, poseen todos los elementos útiles para las plantas cultivadas, excepción hecha del ácido fosfórico, de suerte que basta añadir simplemente fosfatos para ver transformarse gran número de estas tierras hoy despreciadas, cuando no poseen una cantidad excesiva de salitre, dando excelentes cosechas donde antes se obtenían producciones muy escasas.

Son, pues, las tierras de que se puede sacar mayor utilidad ó partido, pues no necesitando más que la adición de un solo elemento para fertilizarlas convenientemente, y cotizándose hoy á precio bastante económico los superfosfatos, se consigue abonar estas tierras con un pequeño gasto durante algunos años.

La cantidad del superfosfato ya indicado

que debe aplicarse en estas tierras, es como en el caso anterior, de 400 á 500 kilogramos el primer año, reduciendo después paulatinamente la proporción hasta 300 kilogramos para la extensión de una hectárea.

Al principio conviene poner las dosis máximas por estar generalmente muy agotados estos suelos en ácido fosfórico, pudiendo obtenerse resultados deficientes, como hemos tenido ocasión de observar, cuando se aplican cantidades pequeñas de este elemento, que no bastan para saturar el terreno en la medida necesaria.

Este sistema de fertilización excesiva con superfosfatos, no puede continuarse *indefiniadamente*, pues consumiendo los cereales gran cantidad de nitrógeno, llega un momento en que se hace indispensable la adición de este cuerpo, y tal necesidad se revela cuando el trigo no presenta el color verde oscuro ó característico de una buena alimentación nitrogenada.

4.º *Tierras fértiles*.—Debemos por último ocuparnos de las tierras *fértiles*, que escasean mucho en este país y en las que, abonadas con solo estiércol, los trigos vuelten ó vuelcan fácilmente, dificultando esta circunstancia el obtener grandes rendimientos.

El fenómeno que acabamos de citar, revela que estas tierras poseen un exceso de nitrógeno y una cantidad no proporcionada de ácido fosfórico, de suerte que el medio para fertilizarlas consistirá en adicionar ácido fosfórico en dosis moderadas los primeros años y nitrato de sosa en pequeña cantidad en primavera, si se observara un desarrollo algo deficiente, ó se prescindiría de este abono nitrogenado si, como sucede frecuentemente, en estas tierras el trigo tuviera un color verde obscuro, signo como ya hemos indicado, de suficiente nitrógeno en el suelo.

En estos terrenos podía ensayarse la aplicación del superfosfato citado en cantidad de 200 á 300 kilogramos por hectárea, con un suplemento de 100 á 150 kilogramos de nitrato en primavera si fuese necesaria la intervención de este abono.

Creemos útil añadir que un medio poderoso, para evitar que los trigos vuelquen en esta clase de tierras, además de abonar en la forma expresada, consiste en sembrar más claro que se hace generalmente, para dar una mayor aireación á los tallos, que así toman mayor consistencia, contribuyendo al propio tiempo á una buena granazón, que tanto influye en el buen rendimiento de los cereales.

Estudiados ya los cuatro casos que nos

proponíamos, debemos insistir nuevamente en que las cantidades de abonos que hemos aconsejado, sólo deben considerarse como términos medios que pueden servir de *norma* al agricultor que comience á ensayar los abonos minerales, pues solamente las observaciones y experiencia de varios años, pueden fijar las cantidades que debe emplear en cada caso, bien entendido que en general las cantidades definitivas no se separarán mucho de los términos medios que hemos aconsejado.

Por todo lo expuesto, se ve que el problema de la fertilización del suelo, empleando los abonos simples citados, ó sean los superfosfatos, nitrato de sosa, y sulfato de amoníaco, no ofrece dificultades prácticas; pero hemos de hacer una observación que estimamos de importancia para el labrador.

Consiste en recomendar, como ya lo hemos hecho anteriormente, el empléu *exclusivo* de dichos abonos simples ó materias primeras, por entender que es la *única* manera conveniente de hacer uso de los abonos minerales por las dos razones siguientes. Es la primera que de este solo modo puede el agricultor estudiar la influencia de cada uno de los elementos útiles sobre las plantas y en los terrenos que cultiva, lle-

gando por tal medio á conocer las cantidades convenientes en cada caso, sin hacer gastos inútiles, adicionando un exceso de elementos fertilizantes; y la segunda razón consiste en que adquiriendo los abonos simples, resultan los principios fertilizantes á un precio más económico que comprando abonos compuestos ó mezclas ya preparadas, sin ventaja para el labrador, pues en el caso de tener que hacerlas, lo que es poco frecuente, la operación no presenta dificultad alguna conocidas las proporciones de los componentes.

Por ambas razones debe prescindirse de la compra de abonos compuestos, limitándose á la adquisición de las materias primeras, por ser el método más *científico, práctico y económico* del empleo de los abonos minerales.

Al adquirir dichas materias fertilizantes, debe exigir el agricultor la garantía de la composición del abono, expresada de modo claro en la factura de venta, con facultad de análisis en un laboratorio para la comprobación de dicha garantía si se estimase necesaria. La manera sencilla de hacer efectiva tal garantía, consiste en asociarse un número de agricultores, para comprar por grandes cantidades desde un vagón en adelante, y al verificarse la recepción del abono en presen-

NATURALEZA DEL TERRENO	ABONOS	Por hectáreas — kilogr.	ÉPOCA DE DISTRIBUCIÓN
Tierras de fertilidad media.	Superfosfato de 16 á 18 por 100 de ácido fosfórico (1). Nitrato de sosa de 15 á 16 por 100 de nitrógeno.	300 200	En otoño antes de la siembra. En primavera antes de un riego.
Tierras esquil- madas.	Superfosfato de 16 á 18 por 100 Sulfato de amoniaco de 20 á 21 por 100 de nitrógeno. Nitrato de sosa.	300 100 150 á 200	En otoño antes de la siembra previamente mezclados. En primavera antes de un riego.
Tierras salitro- sas.	Superfosfato de 16 á 18 por 100.	300	En otoño antes de la siembra.
Tierras fértiles.	Superfosfato de 16 á 18 por 100. Nitrato de sosa.	300 100 á 150	En otoño antes de la siembra. En primavera antes de un riego.

(1) Si se emplea un superfosfato de diferente riqueza, se pondrá la cantidad equivalente.

cia del vendedor ó de los representantes, elegir las muestras que han de servir para los análisis de comprobación.

Siguiendo el sistema que aconsejamos, ó sea, la adquisición de *abonos simples con garantía de análisis*, confiamos en que el consumo de abonos minerales tomará gran desarrollo, como los hechos lo vienen demostrando, con ventaja manifiesta de los fabricantes y comerciantes de buena fe y del progreso agrícola de este país.

Terminaremos presentando en un cuadro ó estado, las cantidades que pueden emplearse por término medio y en período normal, en el cultivo del trigo de regadío, referidas dichas cantidades á la hectárea y consignando además las épocas de distribución, todo ello como síntesis ó resumen de las consideraciones expuestas en el presente capítulo.

Los cloruros de potasio.

Los cloruros de potasio han sido empleados como abono durante mucho tiempo por bastantes agricultores, y recomendado su uso en este mismo sentido por muchos químicos é ingenieros agrónomos de España y del extranjero, y por esto creemos interesante para nuestros lectores el conocimiento del verda-

dero valor del *cloruro de potasio* en calidad de abono de las tierras.

Este producto, puesto en el mercado por las fábricas de abonos artificiales, está generalmente compuesto como sigue:

Cloruro de potasio.	80 á 82 por 100
“ de sodio.	} 20 á 18 por 100
“ de magnesio.	
Humedad.	

Véase ahora lo que dicen en sus obras algunos químicos universalmente apreciados, cuando hablan de las cualidades nutritivas de este producto.

“Esta sal, dice el doctor Joulie, no contiene *potasa* completamente formada, y para que las plantas adquieran esta substancia—única nutritiva,—es preciso que el cloruro de potasio sufra una transformación capaz de convertir el *potasium* en verdadera *potasa*.” Pero de esta transformación nada sabemos, ni del tiempo necesario para operarse.

“Resulta de numerosas experiencias, hechas con sumo cuidado, lo mismo en Inglaterra que en otros países, que difícilmente podemos considerar el cloruro de potasio como un abono sobre cuya acción podamos confiar.”

Según el sabio Jamesson “queda probado que en ciertos casos el cloruro de potasa

obra sobre las plantas como un *verdadero veneno*". Otros muchos químicos han confirmado los resultados obtenidos por Jamesson.

"El cloruro de potasio tiene cierta causticidad. Puesto en contacto con las raíces, parece detener la vegetación y determinar el raquitismo de la planta, siquiera esta acción deprimente sea momentánea, durando, al parecer, tan sólo el tiempo que el cloruro de potasio conserva su primitiva forma. Además, este producto se encuentra casi siempre acompañado de cierta cantidad de cloruro de magnesio, y éste puede ejercer una parecida influencia sobre los vegetales, sobre todo si el suelo es poco permeable y no permite su rápida eliminación. Por otra parte el cloruro de potasio, reaccionando sobre el elemento calcáreo, produce *cloruro de calcio*, cuyos efectos son muy perjudiciales á las plantas."

De estas citas y de otras muchas que podríamos poner aquí, dedúcese lo siguiente: Que el cloruro de potasio no contiene potasa completamente formada; que ofrece por sí mismo una causticidad perjudicial á la vegetación; que con frecuencia va acompañado de cloruro de magnesio, que ejerce una acción perjudicial sobre el desarrollo de la planta; que, finalmente, al descomponerse puede dar lugar á la formación de cloruro de

calcio, que es un verdadero veneno para los vegetales.

Siendo esto así,—como no puede caber duda ninguna de que lo es—¿cómo se comprende que en Francia, en Alemania, en España mismo, haya sido tantas veces recomendada la acción fertilizante del cloruro de potasio, hasta compararlo con otros compuestos en que la potasa está del todo bien formada, como el sulfato de potasa, carbonato de potasa, nitrato de potasa? .

Resulta bastante extraño y sin sentido—de estos casos se dan muchísimos en este orden de cosas—recomendar por excelente un producto que no contiene potasa bien formada, cuando es sabido positivamente que este elemento en tales condiciones tan sólo es beneficioso á la vegetación. Más tarde veremos que es igualmente extraño que no se hayan tenido en cuenta, al recomendar como abono el cloruro de potasio, las materias que contiene, ya perjudiciales al desarrollo de la planta, ya á su composición normal.

Alguien dirá quizás: “todo esto es una opinión química, es una teoría“. Mas nosotros podemos responder á esa objeción: que desde más de un cuarto de siglo que la agricultura europea hace uso del cloruro de potasio como abono de las tierras, nadie ha podido

todavía probar de una manera seria y concluyente, no ya su superioridad, sino ni tan sólo su igualdad de valor nutritivo con el de los demás compuestos potásicos. Los ensayos y demostraciones aisladas nada prueban en materias como la que nos ocupa, no tienen nunca ni el más mínimo valor; solamente en vista de la concordancia de muchas experiencias repetidas, se puede sacar alguna conclusión razonable, y por ahora nadie puede poner, ni siquiera en tela de juicio, nuestra afirmación de que el cloruro de potasio es un mal abono. Los que han proclamado las excelencias de este abono han afirmado que su difusión en el suelo es rápida y completa su descomposición, pero mientras estas afirmaciones no se nos prueben con hechos, nosotros no las daremos valor alguno, pues en agricultura, más todavía que en otras esferas del trabajo, solamente los hechos tienen verdadero valor, y los hechos hasta ahora han probado que si bien el cloruro de potasio *se ha disuelto* en el suelo, empero *no se ha descompuesto*, y es también muy sabido que el cloruro de potasio, lo mismo que el cloruro de sodio, pueden ser absorbidos por los vegetales, sin haberse descompuesto, y en este caso ya sabemos que no puede haber habido acción fertilizante, proporcionando al vegetal un ali-

mento útil, sino tan sólo una absorción de cloruro de potasio *sin descomponer*, el cual no ha hecho más que alterar la composición normal de la planta, perjudicando sus cualidades alimenticias ó industriales.

Esta perjudicial propiedad del cloruro de potasio á ser absorbido por la planta sin descomponerse, la tiene también el cloruro de sodio, el cual, por otra parte, no encierra ningún elemento fertilizante. El cloruro de magnesio, lo ha demostrado la experiencia, puede ejercer sobre los vegetales una influencia perniciosa. Por lo tanto,—y llamamos sobre ello la atención de nuestros lectores, pues la cosa lo merece—cualquier abono potásico que encierre cloruro de sodio ó de magnesio, debe ser considerado como un compuesto de escasísima eficacia, y menos debe emplearse en calidad de abono el cloruro de potasio, por las claras y concluyentes razones que dejamos expuestas.

La cal en agricultura.

Como quiera que no ha faltado quien se permitiera dudar, sin reflexionarlo bastante, de que posea la cal una acción fertilizante muy enérgica, emprendemos el presente estudio para demostrar las excelentes cualida-

des de la cal como abono y como estimulante de la vegetación, pues somos muy amigos de dejar en su verdadero punto todas las cosas, advirtiéndole ante todo que para ello nos serviremos exclusivamente de autoridades ajenas y de reconocida competencia en la materia.

Desde antiguo tiempo, desde mucho antes que se emplearan en agricultura los abonos llamados artificiales, con el fin de elevar la producción del suelo, ya era usada la cal en calidad de abono, bajo formas diversas. Como abono era empleada la cal por los romanos, según Plinio nos dice.

Luego fué aumentando el empleo de la cal en agricultura, pero muy lentamente; en nuestros tiempos es cuando ha tomado mayor importancia, debido á que ha sido menester el poderoso auxilio de la ciencia moderna para descubrir su modo de obrar sobre la vegetación y sobre el suelo. Antes de indicar las reglas para su empleo, según el resultado de recientes ensayos completísimos, tracemos á grandes rasgos la *teoría* del abono de las tierras por medio de la cal.

Los abonos calcáreos—cal viva, cal apagada, sustancias que contengan carbonato de cal—desarrollan tres distintas acciones:

acción *nutritiva*, acción *química* y acción *física*.

La acción nutritiva tiene naturalmente muy especial importancia en los terrenos que son pobres de cal y en donde se cultivan plantas que exigen grandes cantidades de esa substancia.

La proporción de cal que se encuentra en los terrenos es variadísima, y va desde poco más de 0 á 20 por 100 y más aun. Como es natural, las plantas para las cuales es la cal un directo y necesario elemento nutritivo, vegetan mejor ó peor según el contenido en cal de cada terreno. Las plantas ricas en follaje y que en sus cenizas dejan un gran residuo de cal son, como se comprende bien, las más exigentes en este punto. El trébol, por ejemplo, es uno de los vegetales más exigentes respecto á la proporción de cal que ha de contener el terreno en que crece; y se muestran muy reconocidas á la cal otras muchas plantas, en primer lugar los guisantes, las judías, el tabaco, la remolacha y también los cereales, aunque no en tanta escala. Las plantas que vegetan en suelos calcáreos absorben naturalmente mayor cantidad de cal, que se descubre fácilmente en sus cenizas. Circunstancia es ésta muy notable, sobre todo teniendo en cuenta el importantísimo papel

que la cal representa en la alimentación de los animales, singularmente en aquellos que se hallan en la época de su desarrollo. Naturalmente que la cal sólo puede desenvolver su acción nutritiva cuando no faltan en el suelo los demás elementos esenciales á la alimentación de la planta; pero es de notar que esta cualidad no es propia exclusivamente de la cal, sino también de todas las demás materias abonantes.

La acción química de la cal se funda en que contribuye á aumentar la producción en terrenos donde la potasa no falte del todo, lo cual se explica por la cualidad que la cal posee de activar los procesos de oxidación, determinando una más rápida asimilación de las substancias orgánicas que el suelo contiene, transformándose así el azoe que permanecía inerte en esas substancias en combinaciones solubles y accesibles á la planta, y poniendo en libertad el ácido carbónico. Este último, combinándose con las substancias insolubles las hace solubles, sobre todo en las combinaciones potásicas.

La importancia de la cal en relación con la potasa ha sido demostrada con toda evidencia por los ensayos que ha practicado Schultz-Lupitz, los cuales demuestran que la potasa no puede desarrollar todos sus efec-

tos si el terreno no encierra una suficiente cantidad de cal. Otra de las acciones de la cal en el terreno consiste en que transforma las substancias dañosas, como las sales férricas, el ácido sulfúrico libre y otras en materias inofensivas y hasta útiles á la vegetación. En la cal tenemos además un medio para poner en circulación las combinaciones minerales insolubles que el suelo contiene, y para descomponer las substancias orgánicas y convertir en terreno vegetal los terrenos vírgenes ó esterilizados por una excesiva producción.

La cal tiene además la propiedad de mejorar físicamente el terreno. Los terrenos calcáreos son de estructura porosa, granulosa, sécanse fácilmente en su superficie, y no forman costra. Es de advertir, sin embargo, que un terreno excesivamente calcáreo será fértil sólo á condición de que sea muy bien abonado. Los terrenos francamente arcillosos pueden ser también mejorados, y por crecido número de años, gracias á una bien dirigida aplicación de la cal en ellos, especialmente si muestran una marcada tendencia á la formación de costra, debido á anteriores abonos muy repetidos con sales potásicas y nitratos de sosa.

Después de bien determinadas las varias

acciones con que la cal obra sobre el terreno, mejorando sus condiciones é influyendo por tanto de un modo favorable en la vegetación, vamos á entrar en el estudio de las dos importantes cuestiones siguientes: A qué clase de terrenos y á qué plantas conviene más la cal; y en qué forma y en qué cantidad debe ser administrada.

En primer lugar, la cal está indicada para aquellos terrenos que contienen insuficiente cantidad de esta substancia. El análisis químico nos proporciona, respecto á esto, los más seguros datos. Además, la clase de plantas que mejor prosperan en un terreno determinado nos dará también excelentes indicaciones respecto á este punto, pues todos sabemos que unos vegetales se encuentran más ávidos de cal que otros, y así una tierra donde crezca bien el trébol, por ejemplo, ya podemos afirmar que contiene regular cantidad de cal. Sabemos también que las leguminosas en general, tienen la facultad de absorber en grandes cantidades la potasa. De esto se desprende que abonando con cal este género de plantas alcanzamos dos objetos: primeramente, proporcionar á los mismos un más vigoroso desarrollo; y segundamente, obtener un forraje mucho más rico en cal y en potasa.

Que la riqueza en potasa de un forraje tie-

ne una grandísima importancia, lo declara el hecho de que el estiércol procedente del consumo de este forraje encierra la potasa en forma adecuada para la nutrición de aquellas plantas que no admiten la administración directa de esta substancia, apesar de que tienen de ella gran necesidad, como por ejemplo las patatas. En otro orden de ideas, podemos repetir que con un buen tratamiento calcáreo se mejorará en mucho las condiciones físicas de los terrenos excesivamente tenaces ó duros, así como también los húmedos, los fríos y los ácidos.

Para determinar la cantidad de cal que se deba emplear en cada caso, será conveniente primero dar una pequeña idea de los diversos abonos calcáreos de que podemos disponer, los cuales dividiremos en dos grupos: Primero, la cal viva y la cal apagada; segundo, las substancias que contienen la cal en estado de carbonato.

Veamos ahora su manera de obrar.

La cal viva y la cal apagada ejercen en el suelo una acción particularísima que consiste en poner en movimiento las substancias orgánicas que aquél contiene, acción que es mucho más enérgica que la ejercida análogamente por los demás abonos calcáreos, puesto que merced á sus singulares cualidades,

mézelase íntimamente con la tierra. Que la cal viva—óxido de calcio—y la cal apagada—hidrato de calcio—pierdan pronto su solubilidad y se conviertan en carbonato de calcio, han dicho algunos que es un gran mal, cuando en realidad esa cualidad suya resulta beneficiosa en alto grado para la vegetación, y se comprende fácilmente que sea así cuando se sabe que en estado de carbonato la cal, los principios nutritivos que contiene no quedan sujetos á pérdida alguna.

De los abonos que contienen carbonato de calcio se pueden obtener efectos más enérgicos reduciéndolos á polvo, aunque nunca se llegará á proporcionarles aquella cualidad tan estimable en la cal viva. Además de lo que va dicho, es también la cal viva el mejor abono entre todos los abonos calcáreos por el hecho de que para suministrar á la tierra cien partes de cal, con 100 partes de cal viva basta, como es natural, mientras que se necesitan 132 de cal apagada y 178 de carbonato de cal. Empero, de qualquier clase de abono que provenga, el carbonato de calcio desarrolla siempre la misma acción.

Para la adquisición de los abonos á base de cal, deberemos atender, en primer lugar, á su contenido en carbonato y á su finura, prefiriendo siempre aquel que contenga una pro-

porción de carbonato más elevada y sea más fino.

Por término medio, la proporción en cal que se suministrará á los terrenos pobres de esta substancia puede ser la de cinco por mil, procurando mantenerle en esa proporción por medio de suministros sucesivos, que se practicarán cada seis ó siete años.

Como punto de partida para saber la cantidad de cal que se ha de proporcionar á las tierras, hasta alcanzar la dosificación anotada, valgan las siguientes cifras. Para elevar en *uno por mil* el contenido en cal de un terreno determinado se necesitan por hectárea, 40 quintales de cal viva, 52 de cal apagada, 150 de carbonato de calcio al 40 por 100, y 325 de marga—tierra gredosa.—Estas materias se procurará esparcirlas lo más uniformemente que sea posible, mezclándolas bien con la tierra vegetal por medio del instrumento que se crea más apropósito; cuanto más perfectamente se haya hecho la mezcla tanto mayor será el efecto.

Pues la cal, como tenemos dicho, aumenta la actividad del terreno y le lleva á producir más abundantes cosechas, natural es que no se olvide proporcionarle las suficientes cantidades de las otras substancias nutritivas del vegetal, como el azoe, el fósforo, la po-

tasa, etc. De no hacerlo, como obligamos á la tierra á producir más, también más prontamente se empobrecerá, desapareciendo en poco tiempo su natural fertilidad y haciendo bueno aquel antiguo adagio: "la cal enriquece al padre y empobrece al hijo." Pero nada de esto sucede si se obra como la razón manda, esto es, si se proporciona al terreno las necesarias cantidades de las otras materias abonantes que la vegetación exige. Así encontraremos en la cal el mejor medio de poner en circulación el capital de la tierra, que es su fertilidad.

Hasta aquí lo que dice Seldmayr sobre asunto que tanto interesa á los agricultores españoles, cuyo estudio vamos á completar con nuevas observaciones.

Tambien Holdefleiss hace observar que, apesar de que desde muy antiguo tiempo se tiene conocimiento de que la cal es un buen abono y un excelente correctivo del terreno, no es su empleo tan vulgar como debe desearse ni se ha sacado de ella todos los beneficios que es capaz de dar. El empleo de la cal no empezará á vulgarizarse sino cuando los agricultores se hayan convencido de que es positivo y real el valor abonante que se le atribuye, á lo cual solamente puede llegarse mediante repetidas recomendaciones y

experiencias. Entonces verán los agricultores cómo la cal es el primero y más activo agente para obtener una producción abundante y barata, y cómo sin la ayuda de la cal sale la producción agrícola excesivamente cara en la mayoría de los terrenos.

Vamos por partes.

¿En qué forma debe emplearse la cal?

El uso de la marga ó tierras de greda es conveniente tan sólo en aquellas haciendas donde sea fácil disponer en gran cantidad de esas materias, con la condición, empero, de que sean muy ligeros los terrenos, pues con la aplicación de la marga se mejorarán sus condiciones físicas, aumentando su tenacidad. En toda otra clase de terrenos no ligeros está más indicado el empleo de la cal viva y es también más económico. Por este motivo, en las reglas que siguen no tendremos presente más que la cal propiamente dicha, la que puede adquirirse en dos formas: en terrón y en polvo. La primera es mucho más pura y más activa, aunque es más cara también, pero teniendo en cuenta su mayor eficacia, resulta todavía á mejor precio que la cal en polvo, ó sea, los residuos de los hornos de cal que se ponen en el mercado mezclados con cenizas de carbón, viniendo por consiguiente en un verdadero estado de im-

pureza que puede ser mayor ó menor, siendo esto ya una gran dificultad para su empleo en agricultura, pues haría poco menos que imposible su exacta dosificación.

¿Con qué fin y en qué terrenos debe ser empleada la cal?

Bien notorio es y cosa indudable que las plantas necesitan cierta cantidad de cal para su alimentación. La mayor parte de los terrenos, no todos, ya por su propia naturaleza ya mediante los abonos que se le aplican, contienen suficiente ó casi suficiente cantidad para este objeto. Empero, débese reconocer, dada su especial naturaleza, que la cal tiene otros oficios que cumplir, otros fines á que destinarse, y para obtener de ella resultados apreciables es menester emplearla en más altas dosis que se emplean los abonos ordinarios, apesar de que para su alimento, y en términos generales, la planta no necesita mucha mayor cantidad de cal que de las otras substancias nutritivas.

Hablando con toda propiedad, y teniendo en cuenta las cualidades más eminentes de esta substancia de que tratamos, puede decirse que la cal es ante todo un medio excelente para mejorar los terrenos y un magnífico correctivo de las cualidades físicas y químicas del mismo. La cal convierte á los

terrenos que antes no lo eran en más apropiados á la vegetación, pues los hace más activos, más calientes; la cal promueve todos los procesos de descomposición de los cuales saca su energía la tierra vegetal, favorece la descomposición de las substancias orgánicas azoadas, convierte los terrenos vírgenes en terrenos vegetales, impide la formación de óxidos de hierro, hasta tal punto nocivos á la vegetación; en una palabra: *la cal lleva la vida á la tierra y la mejora en grandes proporciones.*

Claro se ve ahora que en todos los terrenos arcillosos, que fácilmente se enfangan, la cal desarrollará toda su beneficiosa acción al paso que en los terrenos muy sueltos, calientes y activos por propia naturaleza la cal podría ejercer una perniciosa influencia, y en éstos, solamente en éstos puede convenir el empleo de la marga.

Entre estos dos términos extremos queda encerrado el problema para el uso racional de tan preciosa substancia.

¿A cuales plantas conviene más la cal?

En términos generales, se puede afirmar que la cal conviene á todas las plantas. Creyóse un tiempo que la cal perjudicaba á determinados vegetales, pero después de las concluyentes experiencias hechas por varios

sabios agrónomos, se ha visto que no era exacta aquella creencia, pues administrando á aquellas plantas que se creía perjudicadas por la cal, al mismo tiempo que esa substancia, la cantidad de ácido fosfórico y de potasa, se ha visto como desaparecía aquel perjuicio, obteniéndose á la vez una mayor cosecha. De suerte, que eran absolutamente infundados todos los temores, aún también por lo que hace á la remolacha de azúcar, pues se ha comprobado que, mediante un cultivo racional, se obtienen más seguras y más elevadas cosechas con el empleo de la cal como abono. Todos los cereales muestran reconocidos á la acción de la cal, y más que todos ellos las plantas leguminosas, como ya de antiguo tiempo está demostrado.

¿Qué cantidad de cal es la que se debe emplear?

Teniendo siempre presente que la cal obra, ante todo, como correctivo del terreno, cuanto más fuerte y pesado sea el terreno mayor debe ser la cantidad de cal que se le administre. Las siguientes cifras, nunca absolutas, pueden servir no obstante de excelente guía:—para los terrenos regularmente ligeros, basta con 15 quintales de cal por hectárea; en los medianamente fuertes, se

pueden poner de 20 á 25, y en los muy fuertes de 30 á 35.

Y vamos ahora á resumir lo dicho hasta aquí.

Lo que más llama la atención en este asunto, es que tanto tiempo haya tardado la práctica agrícola en apreciar el valor de la cal como estimulante de la vegetación, aunque en parte se explica esto considerando que la ciencia agrícola no disponía de medios para neutralizar la acción esquilante de la cal, cuando se la deja abandonada á sí misma y en determinadas condiciones, mientras que ahora á la vez que neutralizamos fácilmente esa acción aumentamos de un modo considerable los rendimientos de la tierra. Además, la fuerza de la rutina y las preocupaciones arraigadas fuertemente en el espíritu de los campesinos, con fidelidad asombrosa, de generación en generación, hacíanles incapaces de aprovecharse de las buenas condiciones de la cal, aún en aquellas circunstancias en que sin ayuda ni cooperación de otros elementos, podíanse obtener magníficos éxitos. Esto nos enseña cuánta resistencia oponen á la acción del tiempo las preocupaciones añejas y que sólo puede destruir la demostración brillante y completa de su falsedad.

Esto ya ha sucedido, y por tanto de creer

es que el racional empleo de la cal se extenderá y se vulgarizará más cada día.

Ya hemos visto que puesta la cal en contacto con el suelo vegetal determina en él tres distintas acciones, que llamamos: *nutritiva*, *química* y *física*.

La primera de estas acciones tiene una excepcional importancia para los terrenos que son naturalmente pobres de cal y para aquellos otros en que se cultivan plantas que exigen grandes cantidades de esa substancia para una regular vegetación, como por ejemplo el trébol, que es una de las plantas que más exigente se muestra respecto á la proporción en cal que ha de contener el terreno en que crece. Muéstranse también muy reconocidas á la cal otras muchas plantas, en primer lugar los guisantes, las judías, el tabaco, la remolacha, y también los cereales, aunque en menor escala estos últimos. Circunstancia esta que creemos muy digna de ser aprovechada en el cultivo de plantas destinadas á forraje, por la grande importancia que la cal tiene en la nutrición de los animales, especialmente en aquellos que se hallan en el primer período de su desarrollo orgánico.

La acción química de la cal consiste en que contribuye al aumento de producción, debido á la cualidad que posee de activar los proce-

...
sos de oxidación, determinando una más rápida asimilación por las plantas de las sustancias orgánicas que el suelo contiene, ya naturalmente, ya por habersele proporcionado mediante adecuados abonos. Sin contar otras muchas acciones secundarias, en provecho todas de una más robusta y abundante vegetación.

La acción física de la cal en el terreno fúndase en su propiedad de mejorarlo notablemente, pues todo el mundo sabe que los terrenos que abundan en cal son de estructura porosa, sécase fácilmente su superficie y nunca forma costra, tan perjudicial á la vegetación. Los terrenos arcillosos, aún aquellos que lo sean extraordinariamente, pueden ser corregidos mediante una bien dirigida aplicación de la cal.

Respecto á la manera de obrar la cal en el terreno, poco hemos de decir después de lo que ya llevamos expuesto anteriormente. Bastará recordar tan sólo que disponemos de dos grupos de materias calcáreas aplicables á nuestro objeto. Componen el primero: la cal viva y la cal apagada; el segundo: las materias que contienen cal en estado de carbonato.

La cal viva y la cal apagada ponen en movimiento, por así decirlo, las sustancias or-

gánicas que el suelo contiene, cuya acción es mucho más enérgica, como se comprende bien, que la ejercida análogamente por los otros abonos calcáreos, puesto que merced á sus singulares cualidades puede la cal íntimamente mezclarse con la tierra, no siendo obstáculo alguno, antes una gran ventaja, que la cal, una vez puesta en el terreno, pierda pronto su solubilidad y se convierta en carbonato de calcio, pues en esta forma ya no es posible que sufran ni la pérdida menor los principios nutritivos que contiene.

Respecto á la proporción en que la cal pueda y deba ser suministrada á los terrenos, repetiremos lo que ya tenemos dicho en párrafos anteriores, y es que: para elevar en *uno por mil* el contenido en cal de un terreno determinado se necesitan, por hectárea, 40 quintales de cal viva, 52 de cal apagada, 150 de carbonato de calcio al 40 por 100, y 325 de marga—tierra de greña.—Todas esas materias se esparcirán lo más uniformemente que se pueda, mezclándolas bien con la tierra vegetal por medio de un adecuado instrumento, no olvidando que tanto mayor será el efecto cuanto más perfectamente se haya practicado la operación.

De todo lo expuesto hasta aquí y de lo que

hemos experimentado nosotros mismos, podemos sacar las siguientes conclusiones:

1.^a Que la cal constituye un excelente abono, propio, en mayor ó menor escala para toda clase de terrenos y de plantas.

2.^a Que por medio de una aplicación bien dirigida de la cal, se puede obtener la corrección de los terrenos más refractarios al cultivo y más estériles.

3.^a Que si bien se puede decir que la cal es por sí misma un esquilante del terreno, lo es por cuanto activa de un modo extraordinario los procesos de transformación de las materias orgánicas y nutritivas que el suelo contiene, y así procurando á la tierra los demás abonos, en la proporción debida, obtendremos un notabilísimo aumento en la producción, aumento beneficioso siempre para el agricultor.

Esto es lo que la ciencia y la experiencia proclaman por exacto y firme respecto á la cal y su aplicación en agricultura.

CAPÍTULO IV

DEL ABONO ANIMAL

El azoe del estiércol.

Desistimos de relatar minuciosamente las admirables experiencias llevadas á cabo por Wagner, con el fin de saber en qué proporción se aprovecha la tierra de la cantidad de azoe que se le facilita, en forma de abonos artificiales ó naturales, para deducir de ello consecuencias prácticas; y prescindimos de aquella relacióu para no pecar de difusos y por creer que ha de bastar á nuestros lectores que les demos cuenta de los notables resultados obtenidos por el célebre químico alemán, que en esta ocasión se puso al frente de los más hábiles experimentadores.

Wagner afirma, ante todo, fundado en experiencias repetidas durante cinco años seguidos en un mismo terreno, que en la generalidad de los casos prácticos: por cada 100 kilogramos de azoe nítrico que damos en forma de abono á la tierra, ésta nos devuelve 55 kilogramos con la cosecha, *perdiéndose*

solamente 45; cuando abonamos con estiércol las plantas, logran aprovechar tan sólo un 25 por 100, *perdiéndose* 75 kilogramos. La diferencia es bastante notable para llamar desde luego la atención de los agricultores prácticos, y estas cifras, cuya exactitud ha demostrado el doctor Wagner hasta la evidencia, vienen á revolucionar algo las ideas que sobre el particular se habían tenido hasta hoy como inconcusas.

Buscando la explicación de este hecho, el doctor Wagner emprendió otra serie de minuciosas experiencias y de ellas deduce que: "el estiércol fresco obra de un modo *notablemente* deprimente sobre la utilización así del azoe que contiene el terreno, como del azoe que se le añade en forma de leguminosas fermentadas, nitrato de sosa, sales amoniacales, etc."

En la acción depriente del estiércol no se trata precisamente de un retraso en el proceso de nitrificación, sino antes bien de una acción que subtrae á la planta una parte del azoe. Para averiguar de qué naturaleza fuese esa acción, Wagner emprendió nuevas experiencias, y éstas le demostraron que "el estiércol faesco obra descomponiendo los nitratos, reduciendo el azoe nítrico en azoe libre, gaseoso, que se escapa á la atmósfera."

Sabemos por ahora que los agentes de esa descomposición son unas *bacterias*, que perjudican grandemente al agricultor descomponiendo el azoe nítrico, un-poderoso factor de la vegetación.

De todas esas experiencias resulta que la utilización del azoe que encierra el estiércol es menor que el de los demás abonos azoados, y han de llevarnos seguramente á encontrar el medio para impedir la pérdida de este precioso azoe. El camino que debe seguirse presto está indicado: *matar* las bacterias descomponentes del ácido nítrico que encierra el abono animal, y á tratar este punto de la cuestión vamos inmediatamente.

Conservación del estiércol.

Emprendemos aquí un estudio interesantísimo y sobre el cual llamamos toda la atención de nuestros lectores, deseosos de que no ignoren nada absolutamente de cuanto les pueda interesar para el mejoramiento progresivo de su trabajo y para que de día en día puedan sacar mayor provecho del mismo, fin principalísimo que se propone este libro.

Seguramente que, desde el punto de vista de la agricultura, hay muy pocas cuestiones económicas tan importantes como las que se

refieren á la producción, conservación y empleo del estiércol de cuadra. En nuestra patria sobre todo sube de punto el interés de esta cuestión, puesto que aquí es relativamente escaso el uso que se hace de los abonos químicos, y por tanto es el abono animal el único que conocen y emplean la mayoría de los pequeños agricultores españoles; pero es cierto también que casi siempre por falta de conocimientos y algunas veces por descuido son incalculables las pérdidas de estiércol que cada año sufre la agricultura, en consideración á lo cual vamos á tratar algo detenidamente esta cuestión estudiando los tres puntos siguientes:

1.º Pérdida de buena parte de las materias fertilizantes del estiércol, debida á defectuosos procedimientos de conservación.

2.º Mejor manera para conservar el estiércol de cuadra.

3.º Acción fertilizante de los diversos elementos que lo componen.

Vamos, pues, por partes.

PÉRDIDAS.—Hoy se puede evaluar casi con exactitud la producción anual del estiércol de cuadra, gracias á los datos adquiridos mediante la confrontación de los resultados obtenidos en las granjas experimentales y los que han proporcionado algunos autorizados

ganaderos. Siendo muy defectuoso y ocasionado á errores el cálculo hecho por cabeza, se ha preferido por todos los tratadistas que han hablado de esta cuestión, calcular la producción probable de estiércol tomando como base la unidad de 1,000 kilogramos de peso vivo, y así se ha encontrado que la producción anual de estiércol es la siguiente por cada *mil* kilogramos de peso vivo y por cada una de las especies indicadas en este cuadro.

Especie caballar	} 19 tonelad.
“ mular.	
“ asnal.	} 31 “
“ bovina.	
“ ovina.	18 “
“ porcina	19 “

De manera que, según los anteriores datos, en una granja bien montada donde hubiese cierta cantidad de ganado de cada una de las seis especies que figuran en el cuadro anterior se obtendría anualmente una cantidad de estiércol fresco algo mayor á 25 toneladas, por cada *mil* kilogramos de peso vivo. Estos mismos datos pueden servir al agricultor para calcular la cantidad de abono que puede obtener cada año según sea el número y la clase de ganado que posea.

Las anteriores cifras dicen bien claro, sin necesidad de razonamiento alguno, la extraordinaria importancia que para la agricultura tiene la producción del abono animal, y esto se ve aun con mayor evidencia cuando se conoce la composición química del estiércol, por más que no se puedan dar de ella cifras absolutamente exactas, pues, como se comprende bien, la proporción en materias fertilizantes que encierre un estiércol variará por necesidad según sea la alimentación del animal y la naturaleza de su lecho; pero la composición media ó aproximada que vamos á dar será suficiente para poder calcular luego el valor del estiércol de cuadra desde los puntos de vista comercial y agrícola.

Los numerosos análisis químicos de estiércol de varias procedencias y de distinta naturaleza que hasta hoy se han hecho, permiten asignarle la siguiente composición, seguramente muy cerca de la exacta:

	Por tonelada
Azoe	5,0 kilog.
Acido fosfórico.	2,5 "
Potasa.	6,0 "
Magnesia.	1,5 "
Cal.	4,0 "
Materias orgánicas.	210,0 "
Agua.	771,0 "
<i>Total.</i>	1000 kilog.

Como se ve, es grandísimo el valor comercial del estiércol, pues contiene en gran cantidad materias fertilizantes de mucha energía, como el azoe y el ácido fosfórico, que solos cuestan al agricultor un ojo de la cara y caya carestía imposibilita muchas veces abonar como debiera sus tierras... Mas, ahora debemos declarar lo que es un verdadero desastre para todos, esto es: que la agricultura no se aprovecha de todas las materias fertilizantes que contiene el estiércol.

Demostrada queda la importancia extraordinaria que tiene la producción del estiércol, desde el punto de vista comercial, y afirmamos que la agricultura no se aprovecha en toda la extensión que debiera y pudiera de las materias fertilizantes que el estiércol encierra, debido eso al general descuido en buena parte, pero también y principalmente á pérdidas que podemos llamar naturales, cuyas causas no ha descubierto la ciencia hasta ahora hace muy poco tiempo, y de ahí que, desconocida la causa, no pudiese encontrarse el remedio.

Veamos ahora cómo se producen estas pérdidas que disminuyen en tan grande proporción el valor nutritivo del abono orgánico.

Cuando, al sacarlo del establo, se deja el estiércol en pila al aire libre y abandonado á sí mismo, sin abrigo de ninguna clase, todos sabemos que sufre una gran reducción en su peso, que es tanto más considerable cuanto más tiempo esté al contacto del aire. Las pérdidas que en tal situación experimenta el estiércol refiérense principalmente á la materia orgánica, que lentamente se quema bajo la acción de la atmósfera, y á los elementos azoados. Muchas son las experiencias que se han hecho para determinar la proporción exacta de esas pérdidas, pero han dado resultados muy variables. Volcker, en Inglaterra, después de numerosos ensayos, afirmó que las pérdidas en azoe se elevaban á 33 por 100 y á 49 por 100 las pérdidas en materias orgánicas. En cambio, el célebre Wolff encontró, en sus numerosos ensayos, que las pérdidas en azoe variaban de 5 á 24 por 100 y de 15 á 30 por 100 las sufridas por las materias orgánicas. Esas diferencias en los resultados eran de muy difícil explicación algún tiempo atrás; pero hoy se comprenden perfectamente, pues sabemos que la destrucción de las materias azoadas y orgánicas sufridas por el estiércol son debidas á la presencia de ciertos microorganismos; sabemos ahora que según sea el número de éstos, según sea su

actividad prolífica y las condiciones más ó menos favorables á su desarrollo, como la temperatura, la humedad, etc., será más ó menos activa la descomposición del estiércol.

Son muchos y muy variados los procedimientos que desde antiguo se han inventado y practicado para la conservación del estiércol, antes que la ciencia hubiese hecho los importantes descubrimientos que más adelante expondremos. Uno de los más eficaces era el que consistía en recubrir los montones de estiércol con una regular capa de tierra; también ha prestado grandes servicios el yeso fosfatado conteniendo cierta cantidad de ácido fosfórico libre; asimismo, las sales de potasa y especialmente la kainita producen buenos efectos empleadas en igual forma que la tierra vegetal. Aquí debemos hacer notar que todos esos métodos para la conservación del estiércol son anteriores al descubrimiento de las bacterias destructoras de los principios orgánicos del estiércol, y esto les quita, naturalmente, gran parte de su importancia. En efecto, como sus inventores operaban sobre estiércoles de distintas procedencias y no podían tener en cuenta ni la presencia ni la acción de los microorganismos, puesto que ignoraban su existencia, forzosamente debieron llegar á resultados muy distintos según el

momento y la forma en que efectuaron los ensayos, puesto que atacaban directamente el mal.

De todas suertes, lo indudable es que las pérdidas que, por falta de un tratamiento adecuado, ha sufrido en este punto la agricultura son enormes, no siendo menor, en todos los casos, de una cuarta parte. Tenemos, por tanto, que es de una importancia extraordinaria el descubrimiento de las bacterias destructoras del estiércol y de la forma de combatirlas con buen éxito, hasta el punto de hacer insignificantes las pérdidas en azoe y principios orgánicos, que son los que más favorable y directamente obran sobre la vegetación.

Antes de seguir en la exposición de las experiencias que han conducido á varios sabios agrónomos á la práctica de la conservación de los elementos nutritivos que el estiércol contiene y de la teoría científica en que se funda, creemos un deber nuestro exponer también la opinión manifiestamente contraria de Mr. Dehérain, á quien podemos llamar el patriarca de los agrónomos franceses. Sostiene Dehérain que con los tratamientos que se quiere aplicar á los estiércoles para evitar la pérdida de nitratos, lo que se hace es modificar profundamente la naturaleza del abono

animal, convirtiéndolo en un abono cualquiera, que no puede ya convenir por igual á toda clase de terrenos.

A esto haremos observar tan sólo que no parecen del todo concluyentes las deducciones que hace Dehérain, mientras se ve reforzada por multitud de ensayos y de valiosos testimonios la teoría que defienden Wagner, Stutzer y otros muchos agrónomos á quienes han dado fama universal sus interesantísimos trabajos y experimentaciones valiosas que tanto han ayudado y ayudan al progreso de la agricultura. Hecha lealmente la anterior manifestación, podemos continuar nuestro camino, aunque limitándonos al solo papel de expositores.

Por todo el mundo es reconocida hoy la necesidad de que el agricultor busque en la baja del precio de coste la posible compensación al envilecimiento de los precios de venta en que han caído los productos de la tierra en todos los mercados del mundo, y de ahí el interés extraordinario que damos á todas las experiencias científicas y prácticas que tienen por objeto aumentar los rendimientos económicos. El punto de partida para todo aumento de la fecundidad del suelo, es enriquecerlo con los elementos de nutrición que exijan las cosechas; la aplicación de apro-

piados abonos permite aumentar de un modo progresivo la profundidad de las labores en aquellos terrenos pobres por naturaleza, obteniendo cosechas remuneradoras en tierras que, sin abonos, apenas rendían para el pago de los tributos.

Conviene mucho que nuestros agricultores, los pequeños agricultores sobre todo, se penetren bien de estas ideas, pues les hacen mucha falta.

En nuestro país más que en otro alguno, el estiércol ha sido y sigue siendo el principal, ya que no el único modo de restituir al suelo los elementos nutritivos que le roban las cosechas, y esa restitución es muy incompleta: no devuelve al suelo más que una pequeña parte del ácido fosfórico y del azoe sustraído, pues los cereales y el ganado se llevan de la tierra gran cantidad de substancia nutritiva que ya no devuelven. Y más incompleta se hace todavía con las pérdidas enormes de que anteriormente hablamos, y que los malos procedimientos de recolección y de conservación hacen sufrir al agricultor en sus intereses disminuyendo la riqueza nutritiva del estiércol, todo en perjuicio de la agricultura en general y muchas veces hasta en detrimento de la higiene de los pueblos rurales.

La producción del estiércol y su conservación en la propia hacienda, han sido durante el pasado siglo objeto de detenidos estudios por parte igualmente de sabios agrónomos y de prácticos ilustrados. Los medios más diversos y aun extravagantes empleáronse para evitar las pérdidas en azoe, que es, como se sabe, el elemento útil de más valor en el estiércol; pero hasta estos últimos años, todas esas tentativas, aún las mejor dirigidas, no dieron más que resultados muy relativos é imperfectos, debido á la ignorancia en que hasta ahora hemos vivido respecto al mecanismo de la descomposición á que se halla sujeto el estiércol á sí propio abandonado, é ignorando por consiguiente los medios de combatirla, pues no se puede aplicar bien un remedio cuando se ignora la verdadera causa del mal.

La anchísima vía abierta por el genio de Pasteur al estudio de las transformaciones de la materia bajo la influencia de organismos microscópicos, debía conducir al descubrimiento de las causas precisas que determinan la enorme pérdida en azoe que experimenta el estiércol desde el momento de su producción en la cuadra, permitiendo así al sabio agrónomo de la Universidad de Bona, Stut-

zer, indicar el remedio al mismo tiempo que la causa del mal.

Para comprender todo el valor de las experiencias de Stutzer y el interesante resultado económico á que ellas conducen, será preciso recordar, aunque brevemente, los curiosos experimentos hechos por Wagner relativos á la perjudicial acción del estiércol *fresco* sobre la asimilación por los vegetales del azoe del nitrato. Demostró este agrónomo, por medio de una serie de experiencias muy notables, que la adición de estiércol fresco, de vaca ó de caballo, en una tierra desprovista de azoe no proporcionaba á las plantas la cantidad de azoe necesaria á su crecimiento, apesar de su riqueza en tal elemento. Añadiendo nitrato de sosa á la mezcla anterior observó la misma insuficiente alimentación de las plantas en azoe, llamándole justamente la atención estos hechos, muy extraordinarios á primera vista.

En efecto, nó había modo de explicar que el estiércol procedente del ganado vacuno y caballar, muy ricos ambos en azoe y sin haber sufrido ni el principio de la descomposición que determina la atmósfera, no solamente se mostraban incapaces de proporcionar azoe á las plantas, sino que hasta se oponían á la influencia que sobre la vegetación había de

tener el azoe del nitrato que se le añadía. Wagner pensó entonces en la posible existencia de organismos inferiores en el estiércol fresco, los cuales bien podrían ser los verdaderos destructores del azoe nítrico y también del azoe orgánico que contiene el estiércol, antes ó después de su transformación en nitrato.

El sabio Wagner encontró la plena confirmación de sus presunciones en una serie de minuciosas experiencias, llegando así al firme convencimiento de que la descomposición del nitrato contenido en el estiércol era obra de ciertos organismos inferiores que se alimentaban de una parte del azoe resultante de aquella descomposición. Para que á nadie pudiera caber la menor duda respecto á esto, el sabio agrónomo alemán hizo una mezcla de tierra, estiércol y nitrato y la sometió á una temperatura suficiente para causar la muerte de las bacterias desnitrificadoras: vióse entonces que enfriada esa mezcla y abandonada á sí misma pudo conservarse sin la menor alteración durante larguísimo tiempo, del mismo modo como el ilustre Pasteur había demostrado que una vez esterilizada podía la leche conservarse indefinidamente.

Al mismo tiempo que en Alemania se lleva-

ban á cabo tan importantes experiencias, otro sabio agrónomo descubría en Francia el microbio de la paja de cereales. Breal demostró que puesta la paja en contacto con una solución muy debilitada de nitrato de sosa, se determinaba una notable fermentación, desprendiase el azoe y en la solución quedaba únicamente la sosa; en tres días fué completa la descomposición del nitrato.

La existencia de esos organismos inferiores que descomponen el nitrato para alimentarse con una parte del azoe que aquel contiene, quedaba, pues, perfectamente demostrada por las experiencias de Wagner y de Breal, y contra esa afirmación, que es la afirmación de un hecho demostrado, no puede prevalecer ninguna afirmación contraria. Faltaba tan sólo aislar esos microorganismos, ponerlos en adecuado cultivo para obtenerlos en estado de pureza y poder así estudiar su modo de obrar sobre las materias azoadas, en el seno de las cuales los encontramos, y deducir de este estudio el medio apropiado para destruirlos. Esta es la tarea que se impuso Stutzer, y que ha sabido llevar á buen término en bien de la agricultura universal, como ahora iremos viendo.

Después de demostrar también, de un modo que no deje espacio á la menor duda, la

existencia de los microorganismos destructores del nitrato, Stutzer descubrió un hecho capitalísimo desde el punto de vista de las condiciones en que se podría practicar el tratamiento del estiércol de que más adelante hablaremos. El hecho es el siguiente: las bacterias de que se trata están desprovistas de esporos—órganos de multiplicación—al salir del intestino de los animales, pero aparecen los esporos, por decirlo así, instantáneamente al contacto del aire. Desde este punto, la producción de bacterias ya no cesa ni un momento, antes bien rápidamente se acelera, sin que hasta hoy se hubiese encontrado el medio para impedir ni detener siquiera su incesante desarrollo.

El límite de actividad de esas bacterias se halla entre los 40 y 55 grados sobre cero; su actividad máxima se manifiesta entre los 12 y 37 grados. De manera que no se puede pensar en impedirla por medio de modificaciones artificiales de la temperatura ambiente. Conviene saber, además, que las bacterias del estiércol no utilizan más que el 20 por 100 del azoe del nitrato, pues el 80 por 100 restante se desprende en estado gaseoso, perdiéndose igualmente para la vegetación.

Los hechos que dejamos relatados explican la verdadera causa de la enorme pérdida

en azoe que el estiércol sufre. En efecto, el dejar abandonado á sí mismo un montón más ó menos voluminoso de estiércol, una gran parte del azoe orgánico que contiene se nitrifica, esto es, pasa al estado de nitrato; pero allí están las bacterias destructoras que se encargan de descomponer el nitrato á medida que se va formando.

Conocido ya el mal, faltaba el remedio, ó sea: el modo de matar las bacterias destructoras del nitrato, á ser posible, á la salida de los intestinos, con el fin de impedir su multiplicación al ponerse en contacto con la atmósfera húmeda del establo, y Stutzer lo ha logrado por entero. Después de muchos ensayos y experiencias, este sabio ha logrado demostrar que estos destructores microorganismos son destruidos al ponerse en contacto con un líquido ácido cualquiera, aun siendo muy debilitado. Entre todos, el más eficaz es el ácido sulfúrico, viniendo luego el ácido fosfórico, que es sensiblemente menos energético.

Los álcalis y las sales no tienen casi la menor acción sobre las bacterias desnitrificadoras, lo cual perfectamente explica el poco ó ningún éxito que han tenido los medios empleados hasta ahora para la mejor conservación del estiércol.

Ahora bien, el primer reparo que se pone al *modo* descubierto por Stutzer para conservar todos los elementos nutritivos que el abono animal contiene, es el de que no es práctico ni apenas posible el empleo diario de ácido sulfúrico en una hacienda agrícola, por los muchos peligros á que expone la manipulación constante de un cuerpo en tal grado corrosivo. Pero se salva perfectamente esta dificultad haciendo lo que recomienda el mismo sabio agrónomo, ó sea: en vez de emplear directamente el ácido sulfúrico, echar mano de una materia sólida convenientemente impregnada de ácido sulfúrico en la cantidad que se considere necesaria para asegurar la destrucción completa de las bacterias.

El superfosfato de cal ó peso fosfatado es el mejor vehículo para el empleo, sin el menor peligro, del ácido sulfúrico á los fines que perseguimos, esparciéndolo por el suelo del establo en la proporción que á continuación indicamos, según las experiencias hechas en grande y en pequeño por Stutzer en la Estación Agronómica de Halle.

El superfosfato que se emplee debe contener, con relación á su peso, un 10 por 100 de ácido sulfúrico libre, y reducido á polvo será esparcido por el suelo del establo á razón de

un kilogramo por cabeza de ganado mayor y por día, en dos veces, ó sea: 500 gramos por la mañana y 500 por la tarde.

Podríamos relatar minuciosamente las experiencias hechas hasta llegar á las conclusiones que interesan más directamente á los agricultores en cosa tan importante como la de que estamos tratando, y hasta encontráramos quizás en ellas ciertas enseñanzas siempre provechosas; mas, en gracia á la brevedad, prescindiremos de su detallada relación, creyendo que basta lo que tenemos expuesto para comprender todo el alcance de la cosa y la base verdaderamente sólida y científica en que descansa el procedimiento. Haremos constar, empero, antes de seguir adelante, que la destracción de las bacterias contenidas en el estiércol, de cualquiera clase y naturaleza que sea, no solamente impide casi en absoluto la pérdida de azoe, sino que aumenta de un modo notable el valor fertilizante del abono orgánico. El protesor Märcker en una de sus recientes lecciones dada en el Instituto agronómico de Halle resumía así el resultado de una experiencia: "El ácido sulfúrico libre ejerce sobre el estiércol una acción doblemente eficaz, se opone á la pérdida del azoe y pone á éste en estado tal que puede ser fácilmente asimilado por las plantas. El

estiércol conservado por medio del tratamiento sulfúrico ha entregado á la vegetación un 94 por 100 del azoe que contenía, mientras que el estiércol *no tratado* no ha producido más que un 19 por 100. La diferencia no puede ser mayor ni más evidente. Además hay que tener en cuenta un dato que es importantísimo y que da un doble valor al procedimiento de conservación preconizado; es el siguiente: que el estiércol tratado conservó íntegramente durante un año todo el azoe y demás elementos fertilizantes que encerraba en el momento de la preparación, convirtiéndose también en doblemente asimilables el ácido fosfórico y la potasa, esos dos principios activos tan importantes para obtener una buena y robusta vegetación. De manera que en los ensayos prácticos hechos en Halle, fueron utilizados por la vegetación los siguientes principios nutritivos contenidos en el estiércol gracias al tratamiento de conservación: 94 por 100 del azoe, 90 por 100 del ácido fosfórico, y 95 por 100 de la potasa.“

El resultado obtenido por el profesor Märcker no puede ser en verdad ni más brillante ni más concluyente.

De todo cuanto llevamos dicho se pueden deducir, ante todo, las siguientes conclusiones:

1.^a Que es conveniente el empleo del *yeso* como agente de conservación del estiércol.

2.^a Que los *fosfatos precipitados* no tienen acción suficiente para impedir el desarrollo y la pérdida de amoníaco.

3.^a Que la *kainita* retarda la formación del amoníaco de un modo notable, pero empleada sola no ofrece una absoluta seguridad para impedir la pérdida de amoníaco. La cantidad de *kainita* que sería necesaria para lograr este fin, excede de un modo verdaderamente enorme de la cantidad máxima que se puede emplear en la práctica agrícola para el abono de la tierra.

4.^a Que el *yeso perfosfático* al 12'50 por 100 de anhídride fosfórico soluble en el agua y el *ácido fosfórico libre* tienen una acción conservadora muy enérgica. Basta el espacio de una hora para quedar destruídas completamente las bacterias del amoníaco, y á las 24 horas han muerto también todos los esporos.

Dejemos, pues á un lado la *kainita* y el *ácido fosfórico libre*, cuyo empleo no es conveniente por tantas razones, y limitemos nuestras breves indicaciones al *yeso* y á las materias que contengan anhídride fosfórico soluble, como son: el *yeso perfosfático* y los *perfosfatos* comunes.

Es necesario tener en cuenta, ante todo,

que en la preparación del estiércol, las mayores pérdidas de azoe se verifican, como ya tenemos dicho, en la misma cuadra ó establo, á consecuencia de la fermentación amoniaca de los productos líquidos, al paso que los sólidos, mientras están en el establo, vienen sujetos á insensibles descomposiciones, tan insensibles que en la práctica ni llegan á ser apreciables.

Así, pues, lo más conveniente es atacar allí mismo á las destructoras bacterias que tantos perjuicios causan al agricultor, á fin de impedir la volatilización del amoniaco, ya tan sólo por medio, como se hace prácticamente en muchas partes, de un buen y abundante lecho, ya por otros medios que transformen el carbonato de amoniaco volátil, fijándolo por medio del sulfato, del fosfato, etc., ó bien procurando retenerlo por medio de una acción absorbente, práctica que se sigue también en algunas partes con bastante éxito.

Dejando á parte ciertas consideraciones teóricas, forzoso es convenir que el yeso tiene por sí solo *cierta acción indirecta* para disminuir la pérdida de amoniaco. Sin necesidad de recurrir á análisis especiales, el solo olfato nos dice que en el establo donde se ha esparcido por el suelo una cantidad considerable de yeso disminuye notablemente

el mal olor, y esto no puede significar sino que la descomposición ha sido detenida en proporción considerable.

Aun debiendo emplear dos kilogramos de yeso por día y por cabeza—que es una proporción exajerada—tendría buena cuenta el uso de dicha substancia, y esto contando que sólo hemos disminuído en una cuarta parte la pérdida de azoe, que será en la práctica algo mayor. Además, el empleo del yeso mejorará muy notablemente las condiciones higiénicas del establo, y por esta parte es también grande la ventaja que ganamos.

Aun sin tener en cuenta la acción esterilizante bien demostrada por Stutzer, pues en la práctica no debemos dar á las experiencias teóricas más valor del que realmente tienen, nadie puede poner en duda que el yeso perfosfático ha de poseer forzosamente una acción algo más enérgica que el yeso simple, y que esta acción será tanto más enérgica cuanto mayor sea la proporción de anhídride fosfórico soluble que contenga.

Vayamos, pues, á cuentas.

El yeso perfosfático del mercado contiene ordinariamente una proporción de anhídride fosfórico soluble que varía de 2 á 3 por 100. Naturalmente que ya en esta proporción, aunque es muy débil, ha de ser mayor su

acción que la del yeso simple; pero su empleo en tales condiciones sería poco conveniente en la práctica. Lo mejor es que el agricultor se fabrique él mismo todo el yeso perfosfático que necesite, y así lo podrá obtener con menos coste con la riqueza en anhídrido que requiere el uso á que se destina. Para lograrlo, bastará mezclar un quintal de perfosfato con dos quintales de yeso simple, esto sin perder de vista la observación que anteriormente dejamos expuesta, la cual demuestra que el yeso por si solo ya juega en este negocio un importantísimo papel, que la adición de perfosfato acentúa hasta el extremo de hacer perfectamente práctico el procedimiento aquí expuesto para la buena conservación del estiércol de cuadra.

Esto es lo que de la teoría se desprende y esto es lo que nos han enseñado las diversas experiencias, hechas principalmente en el extranjero, acerca de un asunto tan trascendental para el agricultor. Y aunque, en el estado presente de la cosa, sea algo arriesgado sacar de todo ello deducciones cerradas, diremos, para poner punto final á este breve estudio, que lo mejor parece,—por ahora y mientras la ciencia con ayuda de la experiencia no concrete más sus conclusiones—emplear el yeso simple en el establo, en

la forma que antes indicamos, y completar el tratamiento añadiendo cierta cantidad de fosatos naturales al estiércol para evitar que, mientras esté en depósito, ocurran las enormes pérdidas de azoe que al principio señalamos y que en la realidad quizás sean mayores todavía.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Observaciones económicas sobre los abonos.

El problema que el labrador se propone con los abonos es *exclusivamente económico*. Obtener un aumento de cosecha, mediante un *gasto* en materias fertilizantes; y para que la operación resulte conveniente, es indispensable que el *valor* de dicho aumento de cosecha sea *mayor* que el precio de coste del abono, más su transporte y distribución.

Hay por tanto necesidad de determinar cuál ha sido el aumento conseguido en la producción, y esto sólo puede lograrse comparando la cosecha obtenida con la que se hubiera alcanzado en terreno análogo sin abono. Esta comparación puede hacerse aproximadamente, examinando los campos abonados y sin abonar, ó con más precisión estableciendo en la finca *un campo de experiencias*.

Redúcese á elegir en la explotación, una

pequeña extensión de naturaleza homogénea y análoga á la de la mayor parte de la finca, dividiendo dicha superficie en pequeñas parcelas, dejando una sin abono como *testigo* y poniendo en las otras los abonos que se desee ensayar.

Midiendo los productos al hacer la recolección, podrá deducirse fácilmente cuáles son los abonos que dan mejor resultado económico.

Estas experiencias deben continuarse algunos años para sacar consecuencias prácticas, pues el gasto que suponen es insignificante.

De modo análogo, y siguiendo las mismas instrucciones, puede apreciarse en una finca, cuál es el elemento que más escasea, dato importante para el empleo de los abonos, bastando para ello dividir un pequeño campo en cinco parcelas, en las que se aplican los abonos en la forma que se expresa en los siguientes cuadros:

1. ^o	2. ^o	3. ^o	4. ^o	5. ^o
Sin abono ó testigo	Con abono completo	Con abono completo sin nitrógeno	Con abono completo sin fósforo	Con abono completo sin potasa

Del resultado que se obtenga al medir la

cosecha obtenida en cada parcela, se deducirá fácilmente cuál es el elemento que se encuentra en menor cantidad relativamente. Así, supongamos por ejemplo que se han sembrado de trigo y obtenido los siguientes resultados:

Cua- dros.	ABONO	Producción referida á la hectárea.
Núm. 1	Sin abono ó testigo, hec.	19'70
" 2	Abono completo. . . .	34'80
" 3	Abono id. sin nitrógeno.	23'65
" 4	Abono id. sin ácido fosf.	21'50
" 5	Abono id. sin potasa : .	34'00

Con estos resultados, deduciríamos que el cuerpo que más escasea en el terreno es el ácido fosfórico, por ser el cuadro número 4 el que ha dado menor aumento sobre el cuadro testigo: que el nitrógeno se encuentra también en cantidad iusuficiente, como lo comprueba la producción del cuadro número 3, y que la potasa existe en bastante proporción, por cuanto se ha obtenido próximamente igual cosecha en los cuadros números 2 y 5.

Determinado por estos ensayos directos, cuáles son los cuerpos que conviene emplear y su proporción, deberá el labrador

adquirir los abonos ó materias primeras que correspondan, efectuando él mismo las mezclas en el caso que sea necesario, por ser operación fácil de ejecutar en la misma finca, como hemos tenido ocasión de efectuarlo varias veces, y de este modo puede obtener los abonos con mayor economía que comprando abonos compuestos. En este sentido venimos aconsejando á los labradores el empleo de los abonos minerales, para evitar el recargo que sufren los abonos compuestos ó en mezcla, lo que hace exista á veces una diferencia importante en el precio de los elementos nutritivos ó útiles que los mismos contienen.

Además, el empleo de las materias primas, permite al labrador variar las proporciones de dichos elementos nutritivos y conocer sus efectos según las exigencias de las plantas y terrenos en que se cultivan, así como emplear en momentos diferentes los citados elementos, cuando conviene á su mejor aprovechamiento ó utilización.

Se comprende fácilmente que las casas productoras ó fabricantes de abonos, tengan necesidad de preparar tales abonos compuestos para los principales grupos de plantas, con objeto de simplificar la venta, y por no saber muchos labradores, desgracia-

damente, qué materias han de emplear para abonar sus fincas, pero ya hemos indicado el modo sencillo que tiene el cultivador para estudiar este problema, y evitar de este modo el hacer gastos inútiles en materias fertilizantes.

En resumen, insistimos en aconsejar al labrador la adquisición directa de *materias primeras* y no de abonos compuestos para la fertilización de sus tierras, por la economía que puede obtener aplicando dicho sistema, y por ser al propio tiempo el método más racional, técnica y prácticamente considerado.

Dada la variable composición que presentan los abonos industriales, y dependiendo su valor exclusivamente de las materias nutritivas que contienen, se deduce lógicamente que sólo existe un modo racional y justo de venta, y es el de *garantizar la composición* del abono, para que el labrador pueda saber lo que adquiere, y por consiguiente las materias que adiciona al suelo, y al propio tiempo si el precio de venta corresponde al precio corriente del mercado, según el tipo á que se coticen los elementos nutritivos.

Por todas estas razones aconsejamos al cultivador, que no adquiera abono alguno industrial, si no se le *garantiza* su composi-

ción de modo claro en la *factura de venta*, con facultad de análisis en cualquier laboratorio, y de reclamar, si el resultado del mismo no correspondiera á la riqueza garantizada, los perjuicios á que hubiere lugar.

La garantía debe referirse á la cantidad ó proporción que contenga el abono de *nitrógeno, ácido fosfórico y potasa*, por ser estos cuerpos los *únicos* que se cotizan en el comercio actual de abonos, no dándose valor alguno á los restantes cuerpos que con los anteriores constituyen la materia vendida.

La garantía de que nos ocupamos, debe expresarse del modo siguiente:

Para el *nitrógeno* si está bajo la forma *orgánica nítrica ó amoniacal*.

Para el *ácido fosfórico*, si es *insoluble ó soluble* y en este último caso si es soluble en el *agua ó en el citrato amónico*.

Para la *potasa*, si se encuentra bajo la forma de *sulfato ó de cloruro* potásico.

Cuando dichos tres cuerpos afecten otra forma ó combinación especial, deberá expresarse con claridad en la *factura de venta*.

Algunos fabricantes de abono formulan dichas garantías de distinto modo. Así por ejemplo, para el *nitrógeno* se limitan á indicar la proporción, sin expresar la forma en que se encuentra, ó la refieren á su equiva-

lente en amoníaco, con el objeto de que aparezca un número mayor, pues el amoníaco contiene sólo 82'36 por 100 de nitrógeno.

Respecto al *ácido fosfórico*, no expresan si es soluble ó insoluble, añadiendo en cambio la palabra *asimilable*, término ambiguo, pues el ácido fosfórico bajo sus diversas formas es asimilable, pero en grado muy diverso, de cuya circunstancia depende precisamente su diferente valor nutritivo. Por esta razón debe desecharse tal calificativo, conservando sólo el de soluble ó insoluble en la forma ya expresada.

Otras veces, después de fijar la cantidad de ácido fosfórico se expresa su equivalente en fosfatos neutros ó tribásicos, que sólo contienen 45'80 por 100 de ácido fosfórico, siendo su objeto el mismo que manifestamos cuando refieren el nitrógeno al amoníaco, ó sea que aparezca en la fórmula de garantía un número elevado. Resulta de aquí, que si en una factura se fija directamente la proporción de ácido fosfórico y en otra se formula la misma cantidad expresada en fosfatos, aparecerán números diferentes y más elevados en la última, pudiendo dar lugar, como hemos tenido ocasión de ver, á falsas interpretaciones por los labradores, poco al corriente de estas diferencias, creyendo más

rico el segundo abono que el primero. Para evitar todos estos inconvenientes, deben unificarse las fórmulas de garantía, aceptando las empleadas hoy por gran número de fabricantes, que son las que dejamos expuestas.

Pasemos á la valoración de los abonos.

Ya indicamos anteriormente, que sólo se cotizan los tres cuerpos: nitrógeno, ácido fosfórico y potasa, que tienen su valor correspondiente en el mercado según la forma en que se encuentran, y por tanto bastará conocer por una parte la composición del abono, y por otra el valor en el mercado de la unidad de dichos elementos, para poder determinar el precio de dicho abono por compleja que sea su composición.

Para que se vea la marcha vamos á poner un ejemplo.

El precio medio en estos últimos años del kilogramo de los elementos nutritivos, ha sido por término medio el siguiente.

		Precio del kilog.	
		Pesetas.	
Nitrógeno	Orgánico.	1'80 á 2'20	
	Nitrico ó amoníacal.	1'90 á 2'20	
Acido fosfórico. . .	Soluble	en el agua.	0'90 á 1'00
		en el citrato amónico.	0'80 á 0'90
	Insoluble.	0'20 á 0'25	
Potasa.	Sulfato ó cloruro.	0'50 á 0'60	

Supongamos un abono compuesto, que se venda con garantía, de la siguiente composición:

	Por 100.
Nitrógeno orgánico.	2'5
Id. nítrico.	4'5
Acido fosfórico ó soluble en el citrato amónico.. . . .	12'0
Acido fosfórico insoluble.	3'5
Potasa en forma de sulfato.	4'0

Su valor sería con los precios medios indicados y por 100 kilogramos de abono el siguiente:

	Por 100 kilogramos.
	Pesetas. Cent.
2 kilogr. de nitrógeno orgánicas á 1'90.	3'80
4'5 " de nitrógeno nítrico á 2.	9'00
12 " de ácido fosfórico soluble en el citrato, á 0'85	10'20
3'5 " de ácido fosfórico soluble á 0'22	0'77
4 " de potasa á 0'55.	2'22
VALOR TOTAL.. . . .	25'99

Tal sería el valor real de dicho abono, y por consiguiente, comparándolo con el de venta, deduciríamos si era barato ó caro.

Se comprende por lo expuesto el muy diferente valor que pueden tener los abonos industriales según su composición, y por consiguiente, no puede apreciarse en modo alguno si un abono es barato ó caro, si se desconoce dicha composición. Insistimos en este punto porque hay muchos labradores que sólo buscan que el saco ó la unidad de abono cueste poco, sin comprender que puede ser caro ó por el contrario costar más y ser barato.

Así supongamos que se compra por tres pesetas un saco de 50 kilogramos de un abono que contenga 20 por 100 de ácido fosfórico insoluble y que otro saco de 50 kilogramos de sulfato amónico, se adquiriera en el precio de 18 pesetas. Como el valor real del primero con los precios anteriormente consignados, sería el máximo de 2'50 pesetas, y el del segundo de 19 pesetas mínimo resulta que el saco de tres pesetas es caro y el de 18 pesetas barato.

Debe, pues, desaparecer tan falso criterio del labrador, pues algunos comerciantes y fabricantes de abonos, para satisfacer dicha tendencia, adicionan gran cantidad de mate-

rias inertes á los abonos, reduciendo así su valor por unidad de peso, pero esto lleva consigo un aumento en el precio de transporte, en el de distribución en el terreno, gastos que vienen á *recargar inútilmente* para el labrador el precio de la materia útil del abono.

La mala calidad de los abonos vendidos por algunos fabricantes, ha dado origen á la desconfianza de muchos labradores que se retraen de aplicar abonos industriales, é interesados en igual grado el cultivador y los fabricantes de buena fe, en que desaparezca el fraude en el comercio de abonos, que tanto perjudica á unos y otros, es muy de desear se haga una activa propaganda para que en su día se promulgue en nuestro país una ley especial, como existen en Francia y otras naciones, por la que se haga obligatoria la venta con garantía de análisis, se establezca la forma de hacerla efectiva, y el modo de dejar á salvo los intereses del cultivador si resultaren lesionados.

Pero mientras llega este momento, el labrador no tiene más salvaguardia que dirigirse á casas de reconocido crédito, exigiendo además la venta con garantía, en la forma ya indicada. En este punto hemos de manifestar la conveniencia que habría para los labradores en asociarse para la compra de abo-

nos, pues así podría hacerse efectiva con gran facilidad la referida garantía, analizándose las muestras, y además resultaría el precio más económico por la mayor importancia de los pedidos. La constitución de sindicatos con tal objeto, para los que pudieran servir de base los sindicatos de riegos y Cámaras agrícolas, entendemos sería un paso de gran utilidad, para resolver el importante problema de la aplicación económica de los abonos industriales.

Las labores profundas.

Muchos son todavía los agricultores que se contentan de labores muy superficiales antes de la siembra, ignorando que una labor profunda, en la mayoría de las tierras, vale tanto como un buen abono, pues permite á las raíces extenderse más profundamente. Procuraremos evidenciar la importancia de esta operación. En los suelos ligeros, eminentemente silíceos, la aireación del subsuelo por medio del desfonde activa extraordinariamente la nitrificación y mantiene en las capas profundas cierto grado de humedad que en los años de extrema sequía permite á los vegetales desarrollarse, á pesar de la ausencia persistente de lluvias y riegos, á

los cuales no es siempre fácil recurrir en el gran cultivo, y menos en aquellas regiones donde la irrigación no es practicable.

Muchas son las modificaciones físicas que sufre un terreno, por medio de un desfonde de 60 á 70 centímetros: 1.º el terreno queda extraordinariamente mullido; 2.º queda bien aireado; 3.º disminuye la capilaridad del suelo. A esas tres modificaciones físicas corresponden tres fenómenos esenciales, á saber: contacto de las raíces de los vegetales con superficies más extensas de tierra bien provista de los elementos nutritivos de la cosecha; aumento de la facultad nitrificadora del suelo; mantenimiento de la humedad en las capas donde viven las raíces del vegetal.

Los hechos y observaciones que consignamos á continuación, justifican las anteriores aserciones.

De numerosas experiencias hechas por algunos agricultores, para averiguar los grados de humedad que ofrece la tierra á diferentes profundidades, resulta lo siguiente:

	Agua
De 0 á 5 cent. de profund. contiene	1 p. 100
De 12 á 15 cent. " "	5 —
De 30 á 35 cent. " "	9 —

En tierras no desfondadas contiguas al campo donde se hicieron las anteriores experiencias y de su misma naturaleza, se observó que la tierra tomada de 15 á 20 centímetros de profundidad no contenía más que un $2 \frac{1}{2}$ por 100 de agua; la tierra tomada en este mismo punto, á 36 centímetros, no ofrecía más que 4 por 100. Y cuando la capa de tierra en que extienden sus raíces las plantas llega á no contener más que 4 por 100 de agua, la mayoría de los vegetales, y especialmente aquellos que están provistos de abundante follaje (órganos de evaporación activísimos,) como por ejemplo la patata, mueren por desecación. El principal resultado, pues, de la labor profunda, es mantener, en la capa de tierra donde esas plantas vegetan, una cantidad de agua dos veces mayor que la que se comprobó en terrenos contiguos, desde larga fecha no laborados. Esta grande proporción entre las cantidades de agua observadas en un mismo tiempo y en tierras vecinas es tanto más notable cuanto la superficie plantada de patatas evaporaba necesariamente mucha más agua que las superficies incultas.

La explicación de estos hechos es muy sencilla. La capa de agua subterránea, más ó menos alejada de la superficie, puede por sí sola, á falta de lluvias ó de abundantes rie-

gos, mantener la humedad de la tierra. Por capilaridad el agua sube progresivamente hacia las capas superiores del suelo, y allí se evapora bajo la acción del sol: esta ascensión es tanto más rápida cuanto más compacto es y la temperatura exterior más elevada. Así, pues, si rompemos por medio de una acción mecánica, labores más ó menos profundas, la continuidad de las partículas de la tierra, los espacios así creados entre las partículas destruyen la capilaridad y el agua deja de subir. Síguese de ahí, que la evaporación de las capas superficiales del suelo queda muy disminuída con su división bajo la influencia de las operaciones mecánicas, y el agua, que no puede ya subir á la superficie, permanece en las profundidades de la tierra, á disposición de las raíces que en ella viven. La superficie propiamente dicha se seca entonces casi por completo bajo la acción del sol y del viento, pero las raíces continúan encontrando, en las variables profundidades donde viven, el agua necesaria para la alimentación de la planta.

A esta acción bienhechora del desfonde, añádese, como ya antes hemos dicho, la aireación de la tierra á ciertas profundidades, y una de las principales consecuencias de esta aireación es el aumento de actividad que se

produce en el microbio de la nitrificación. El rendimiento relativamente crecido de aquellas parcelas que no habiendo recibido abono ninguno, la tierra por sí misma ha debido, en consecuencia, proporcionar á los vegetales la totalidad de sus alimentos azoados y demás, parece una demostración concluyente de estos hechos. Ya es sabido que las plantas, aparte las leguminosas, no pueden prosperar si no encuentran en el suelo, con los elementos minerales, (potasa, ácido fosfórico, etcétera,) nitratos en cantidad suficiente, y éstos se forman exclusivamente en la tierra por la transformación de las materias orgánicas azoadas, bajo la acción de un organismo microscópico. Para que el microbio pueda nitrificar la materia orgánica, condición esencial para la alimentación azoada de la planta, es preciso el concurso de cuatro agentes principales: 1.º cierto grado de humedad: 2.º una temperatura conveniente: 3.º la presencia del oxígeno, y 4.º la de una base (cal, magnesia, etc.) con la cual se combinará el ácido naciente. Y la cantidad de nitrato existente en el suelo influye quizás en primer término en su grado de fertilidad.

La profundidad de las raíces.

Profundidad que alcanzan las raíces de varias plantas en un terreno de gran espesor, según Orth, de Berlin.

	Profundidad alcanzada por las raíces	
Trigo.	1'50	metros
Cebada	1'35	"
Centeno.	1'23	"
Avena.	1'27	"
Maíz	1'00	"
Cáñamo.	1'00	"
Trébol.	1,45	"
Alfalfa.	2'65	"
Nabos.	1'13	"
Remolachas.	1'38	"
Zanahorias.	1'30	"
Patatas.	1'03	"

Los prados naturales.

La cuestión del abono de los prados naturales ha sido y es objeto de estudio por parte de ilustrados experimentadores.

Los químicos ingleses Lawes y Gilbert han llegado en sus experiencias á la conclusión de que, para el buen mantenimiento de los

prados, el abono que menos se presta á ello es el estiércol, sobre todo por lo que se refiere á los efectos del azoe. El poder fertilizante del estiércol, en este sentido es diez veces menor al que ejerce el azoe bajo forma de nitrato. La mayor producción háse obtenido siempre con un abono completo compuesto de azoe, superfosfato y potasa.

De más recientes experiencias hechas por un inteligente agricultor, resulta lo siguiente:

Que los factores principales para la producción de los prados naturales son: el aire, el agua y los abonos. La acción de estos tres agentes queda perfectamente comprobada, pero se ocurre siempre la siguiente pregunta ¿cual es el mejor abono que se puede emplear en los prados para obtener una producción elevada, sin disminuir la buena calidad del forraje?

Mientras unos se inclinan por el estiércol, otros preconizan los abonos químicos y al efecto de llegar á una conclusión práctica, el agricultor antes mentado emprendió una serie de experiencias comparativas, las cuales practicó en un terreno rico naturalmente en azoe, medianamente rico en fosfatos y en potasa, dividiéndolo en tres parcelas iguales. La primera la abonó con estiércol á razón de 200 quintales por hectárea, valorados en

200 pesetas; la segunda parcela la dejó sin abono de ninguna clase, como término de comparación y la última recibió por hectárea los siguientes abonos:

	Kilogramos	Pesetas
Nitrato sódico.	150	36'75
Cloruro potásico.	150	33'00
Superfosfato.	500	37'50
Yeso.	400	4'00
		<hr/> 111'25

He aquí los resultados obtenidos:

	Prd. total de heno kilogramos
Con estiércol.	10'340
Con abono mineral.	11,657
Sin abonos.	8,081

Como se vé, el abono mineral ocupa el primer lugar, quedando demostrado, creemos nosotros cumplidamente, pues estos resultados comprueban la exactitud de los obtenidos anteriormente por Lawes y otros químicos, que el abono mineral reúne grandes ventajas sobre el animal, no tan sólo desde el punto de vista de la mayor producción sino también por su mayor baratura. Llamamos, por consiguiente, la atención de nuestros

agricultores y ganaderos sobre lo que dejamos expuesto.

Los productos químicos que se pueden emplear para favorecer la nitrificación de las tierras cultivadas como prados y ricas en humus son los siguientes:

Adicionando á los abonos empleados, pequeñas cantidades de carbonato de potasio— 2 á 3 por 100—; á más fuertes dosis este carbonato sería perjudicial.

El sulfato de potasio es también eficaz; empleado á dosis de 7 á 8 por 100 favorece igualmente la formación de los nitratos, elemento indispensable para una lozana vegetación.

El cloruro de potasio no ejerce más que una acción muy débil en el sentido indicado, y el carbonato de sodio parece ser de resultados completamente nulos.

Los abonos verdes.

El altramuz azul *Lupinus varius*, *L. hirsutus* ó *pilosus*, es la leguminosa más apropiada para ser enterrada en verde; no exige preparación alguna; se siembra á voleo en la proporción de 120 kilogramos de semilla por hectárea en el mes de agosto ó de setiembre, antes ó inmediatamente después de la vendi-

mia; arraiga con las primeras lluvias, la planta comienza á florecer á partir del mes de febrero; á fin de dicho mes y al principio de marzo alcanza de 50 á 60 centímetros de altura, hallándose entonces en plena floración. Para enterrar completamente las plantas bastan dos labores con el arado viñador, que se darán antes de brotar la vid y si quedara algún pie sin enterrar se efectuará con el azadón. En las nuevas plantaciones de vides que necesitan nitrógeno para asegurar su desarrollo conviene sembrar con altramuces todo el viñedo. En este caso la cantidad de abono verde obtenido se eleva á 20.000 kilogramos, que aportan al viñedo por término medio:

100 kilogramos de nitrógeno procedente de la atmósfera.

32 kilogramos de ácido fosfórico.

30 “ de potasa.

32 “ de cal.

3.000 “ de humus.

En los terrenos de formación granítica, pobres en elementos calizos, los abonos en verde producen, á consecuencia de su descomposición, humus ácido, en cuyo caso conviene espolvorear la cosecha con 250 ó 500 kilogramos de yeso para activar la nitrificación y neutralizar la acidez.

Para el cultivo en pequeña escala el haba es una leguminosa recomendable; conviene espolvorear la cosecha antes de enterrarla con 500 ó 600 kilogramos de yeso por hectárea; con la aplicación de este abono se impide casi por completo el crecimiento de malas yerbas, la nitrificación del abono es muy rápida y de una producción igual a la del nitrato de sosa. La precitada leguminosa puede sembrarse todos los años en el mismo terreno y á los cuatro años se reemplaza por guisantes enanos muy tempranos, añadiendo cien kilogramos de nitrato de sosa.

En terrenos calizos y para el gran cultivo se recomienda la arveja de invierno, la habichuela, trébol, alverja ó lenteja, y en tierras silíceas el altramuz cuya abundante vegetación basta para suministrar el nitrógeno que requiere una cosecha abundante.

INDICE ANALITICO

	<u>Páginas</u>
Dedicatoria.	5
Introducción	11

CAPITULO PRIMERO

La vida de las plantas

Característica vegetal.	17
Los criptógamas.	21
Anatomía vegetal.	
La raíz.—El tallo.—La yema.—	
Las hojas. — Organos secundarios.—La flor.—El fruto. . . .	32

CAPITULO SEGUNDO

Principios generales del abono

La aireación del suelo	77
El fósforo y la potasa.	81

El azoe.	88
Práctica del abono mineral.	
Necesidad del abono fosfático.—	
Composición de los perfosfatos.	
—Las escorias Thomas.—El azoe	
—La cal.—Método moderno. . .	99

CAPITULO TERCERO

De los abonos minerales

Ideas generales.	119
Experiencias y prácticas.	
Tierras de fertilidad media.—	
Tierras esquilgadas. — Tierras	
salitrosas.—Tierras fértiles . .	127
Los cloruros de potasio.	145
La cal en agricultura.	
Su empleo. — Su acción. — Sus	
efectos. — Su combinación con	
otros elementos nutritivos . . .	150

CAPITULO CUARTO

Del abono animal

El azoe del estiércol.	169
Conservación del estiércol.	
Pérdida de elementos nutriti-	
vos.—Modo de evitarla	171

CAPITULO QUINTO

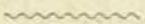
Conclusiones

Observaciones económicas sobre los abonos.

Su valor nutritivo. — Su valor comercial.	195
Las labores profundas	206
La profundidad de las raíces	211
Los prados naturales.	211
Los abonos verdes	214

ROVIRA Y CHIQUÉS.—BARCELONA
BAILÉN, 117—TELÉFONO 3592

Enciclopedia
Española

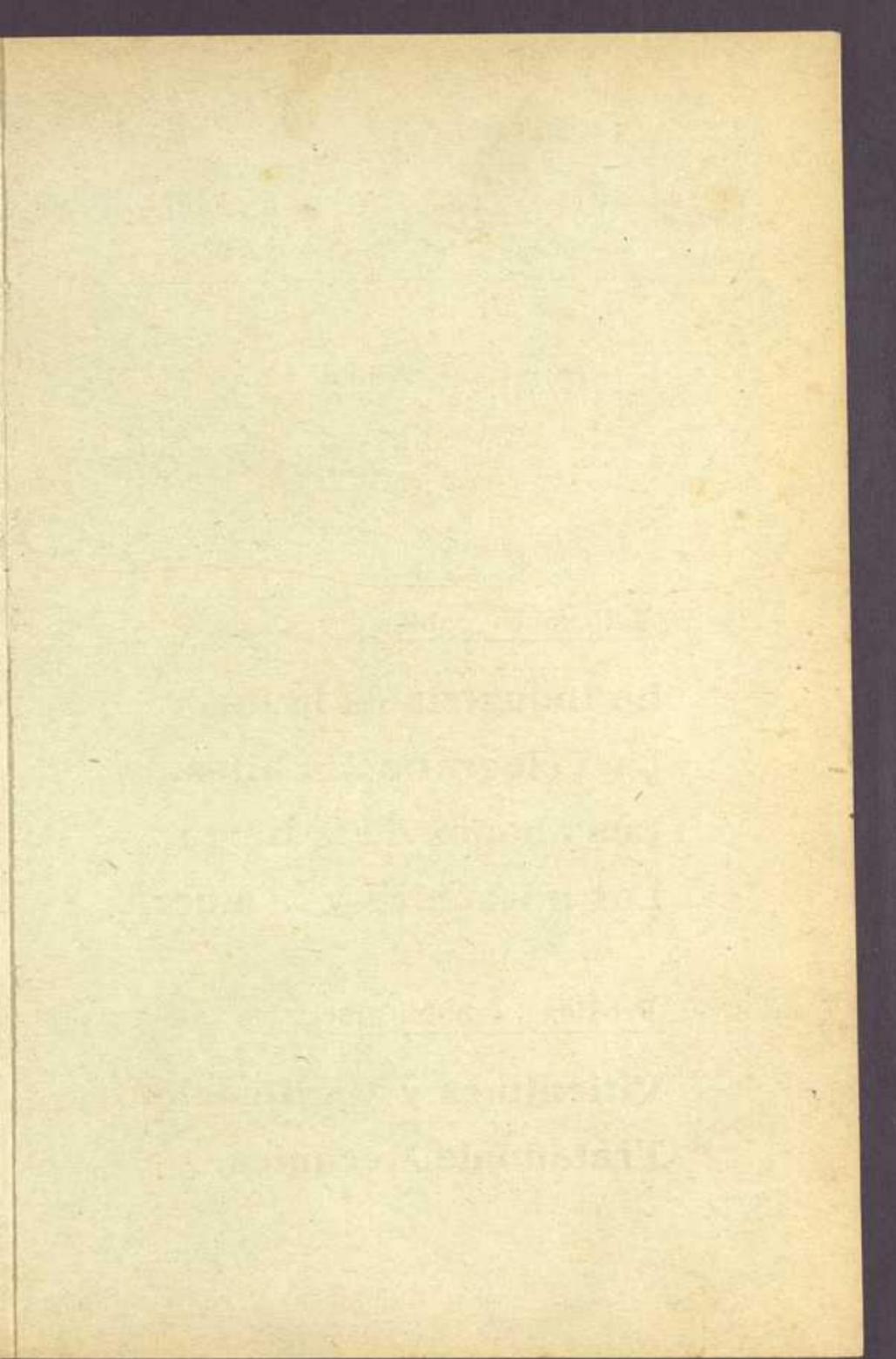


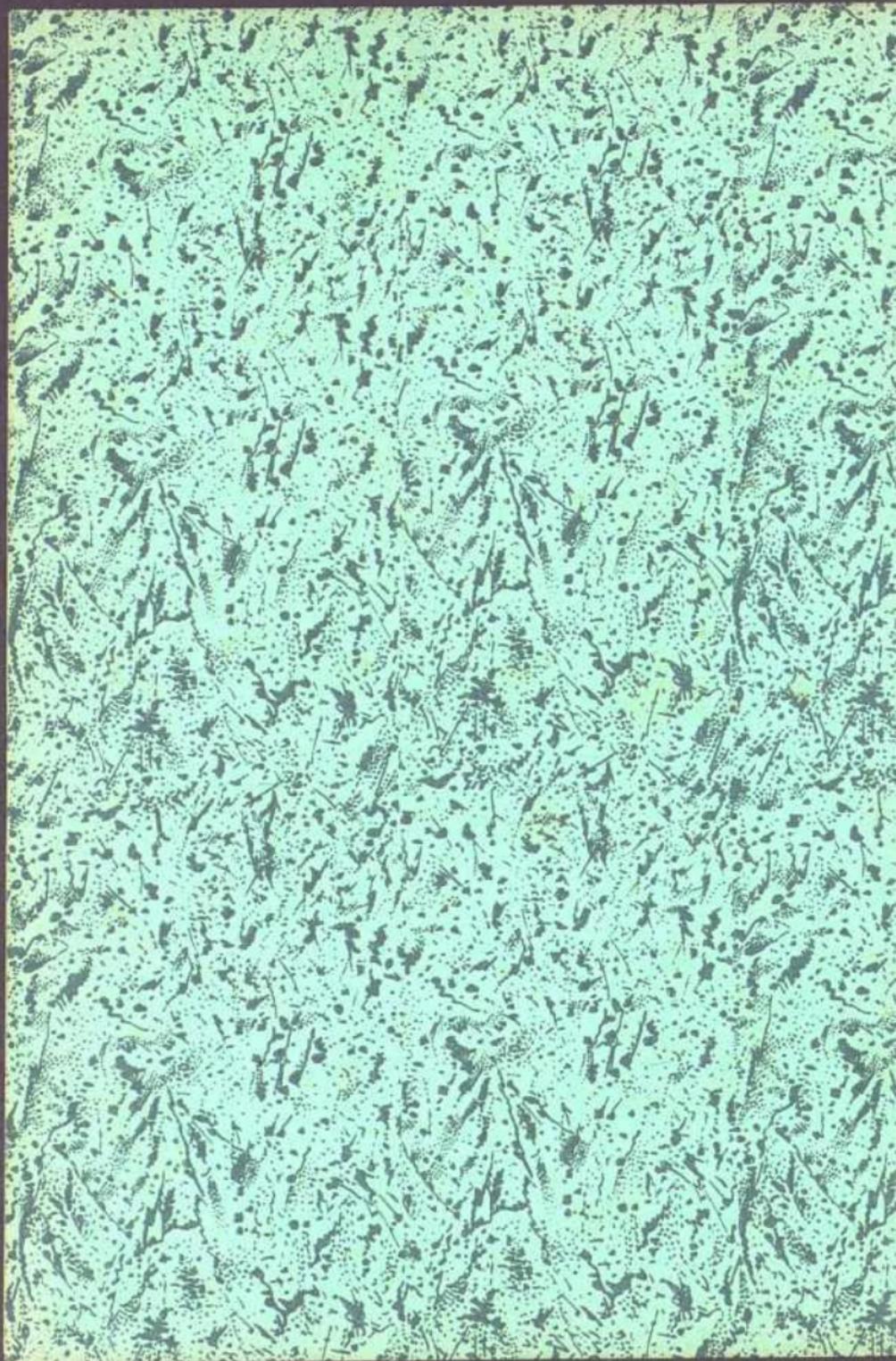
Volúmenes publicados:

La Industria de la luz.
La Telegrafía sin hilos.
Los abonos de la tierra.
Los microbios y la muerte.

Próximos á publicarse:

Viticultura y Vinificación.
Tratado de Mecánica.







6

FA
L
D
S

FA
L
D
S

FA
L
D
S

FA
424

S
O
L