

Dr. Antonio Maylin



ABONOS

Industriales

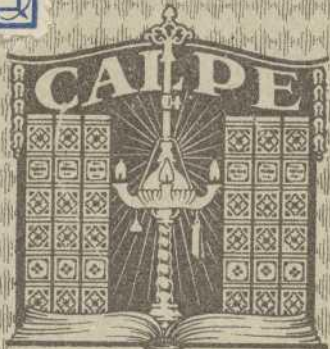
20



MANUALES  
GALLACH PTAS 2

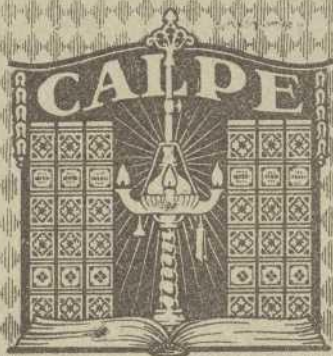
2  
2

56-9  
1-103



COMPANÍA ANÓNIMA DE  
LIBRERÍA PÚBLICA  
CIONES Y EDI-  
CIONES





COMPañA ANÓNIMA DE  
LIBRERÍA, PUBLICA-  
CIONES Y EDI-  
CIONES

B.P. de Soria



61112373

D-2 892



4/11/11



Nº 2221.



LOS ABONOS INDUSTRIALES

---

D-2

892

M 3373



R. 2225

MANUALES - SOLER

6  
40  
11

XX

# LOS ABONOS INDUSTRIALES

POR

ANTONIO MAYLÍN

Ingeniero agrónomo



SUCESORES DE MANUEL SOLER - EDITORES

BARCELONA

BUENOS AIRES

Consejo Ciento, 416 y 418 } 470 - Calle Salta - 470





~~~~~  
**ES PROPIEDAD**  
Derechos de traducción  
reservados  
~~~~~

## PRELIMINARES

---



Los principios fertilizantes que las plantas necesitan para su desarrollo y crecimiento, se encuentran generalmente en todos los suelos, aunque en proporciones esencialmente variables, pudiendo suceder que, uno ú otro de estos elementos, ó varios á la vez, se encuentren en la tierra en cantidad insuficiente para la producción de medianas cosechas, y más insuficiente todavía para la obtención de elevados rendimientos; pues si condiciones especiales determinan en ciertas tierras una fecundidad ilimitada ó indefinida, en otras, y son las más numerosas, el agotamiento y el esquilmo constituyen la característica constante, de aquí la preocupación incesante de la industria agrícola de todos los tiempos, de restituir al suelo, bajo forma de abono, los elementos sustraídos ó utilizados por las cosechas.

El estiércol de cuadra es la materia que ha servido y sirve ordinariamente para realizar esta restitución; pero la naturaleza, composición y proporción de los factores que entran á constituir esta materia, originan una restitución deficiente, pues no puede devolver á la tierra más que lo que

ella contiene, es decir, una parte solamente de los elementos útiles extraídos por la planta objeto de cultivo, dada la necesidad de índole económica, de exportar fuera de la finca, de vender, en una palabra, una parte del producto obtenido, precisamente la que mayor suma de principios alhíbilos ha tomado del suelo para su completa formación.

Esta deficiencia de restitución ó compensación incompleta que el suelo recibe por la estercoladura, ya sea á causa de la venta de los productos ó por la transformación que éstos experimentan cuando constituyen alimento del ganado, en cuyo caso hay siempre pérdidas que son inevitables, determina más ó menos rápida ó paulatinamente un agotamiento, según la mayor ó menor fertilidad natural del suelo, ó la falta de aptitud en éste, para obtener grandes esquilmos que, abaratando el precio de coste de aquéllos, permita luchar ventajosamente en la concurrencia con otras zonas productoras, más privilegiadas por las condiciones de su suelo y por la bondad de su clima.

Si á esto se añade la consideración de un hecho constante, cual es el enorme desequilibrio, en la inmensa mayoría de las comarcas agrícolas, entre la extensión ó superficie cultivada, que demanda para su regular explotación materias fertilizantes con que devolver al suelo el esquilmo producido, y la producción de estiércoles, se explica de manera evidente la brillante consagración que la Química agrícola moderna ha dado á la célebre Teoría numeral de Liebig y á las elocuentes comprobaciones y experiencias de sus sucesores, y el rápido desarrollo que en el último tercio del siglo XIX han adquirido la industria y el comercio de abonos químicos, substancias que encerrando al estado de concentración los elementos de la



fertilidad, pueden servir de auxiliares á los estiércoles ó substituir á éstos.

Merced al empleo de los abonos químicos, como dice oportunamente el ilustre químico Muntz, la agricultura ha entrado en una nueva fase: la cantidad de principios fertilizantes que el agricultor quiere dar al suelo, no se encuentra limitada hoy, como en la época en que los estiércoles naturales eran el único abono; pueden aquéllos emplearse en tan grande proporción como se quiera, sirviendo así para enriquecer el suelo de manera casi indefinida, sin otra limitación que el coste de adquisición; mas para que el agricultor obtenga el mayor provecho, es necesario que conozca la composición y el valor relativo de las materias que compra, que aprenda el medio de aplicarlas juiciosamente, según la naturaleza del suelo, según la clase de cultivo, según las condiciones económicas.

En el examen comparativo entre el estiércol y los abonos químicos, que debemos hacer como introducción al trabajo que nos proponemos, hemos de observar que el estiércol, por esmerada que sea su elaboración, no suministra al suelo todo lo que al suelo falta; es decir, que en el caso de que el suelo carezca de un elemento determinado, el estiércol, por considerables que sean las cantidades que de él se empleen, y claro es que éstas tienen un límite económico que no se puede traspasar, no contiene aquel elemento en la proporción suficiente para las necesidades de la planta cultivada, y en cambio contiene de otros elementos cantidades más que suficientes para satisfacer aquellas necesidades. Esto explica racionalmente los resultados que observamos en un mismo terreno, pues mientras una planta vegeta en condiciones de lozanía y gran desarrollo, otra

presenta desmedrado aspecto, siendo igual la cantidad y la composición del estiércol empleado por unidad de superficie.

Los abonos químicos son, en cambio, compuestos perfectamente definidos, conteniendo uno, y á lo sumo dos, de los elementos de la fertilidad. Si la tierra carece de uno de estos elementos ó le contiene en pequeñas proporciones, lo cual es dable determinar con exactitud por el análisis química, puede suministrársele en la medida que se quiera.

Si queremos, pues, modificar un suelo desde el punto de vista químico, nos bastará darle el elemento que le falte, y en la cantidad apropiada, lo que no es fácilmente factible empleando el estiércol, el cual constituye un abono completo, por cuanto contiene todos los factores de la fertilidad, pero sin las proporciones necesarias para realizar el problema que la Química agrícola se propone: dada la composición de una tierra y la cantidad de substancias asimilables que la planta absorbe durante su vegetación, darle aquellas substancias en la proporción necesaria.

La acción de los abonos químicos propiamente dichos es, generalmente, mucho más rápida que la del estiércol, pudiendo, con el empleo de aquéllos, regularizar dicha acción el agricultor, según las necesidades de las plantas. En el estiércol, la mayor parte de los principios fertilizantes no se encuentran en estado de inmediata asimilación, y han de sufrir previamente en el suelo transformaciones que faciliten su absorción por las plantas, transformaciones que son frecuentemente lentas é incompletas; en tanto que los elementos contenidos en los abonos químicos son, en general, directa é inmediatamente asimilables. De aquí que la acción fertilizante del pri-

mero, si no tan intensa, sea más duradera que la de los segundos, cuya acción se extingue más rápidamente á causa de su gran solubilidad.

Ahora bien: en el empleo racional de los materiales que tanto la industria agrícola como la fabril ponen á disposición del labrador para fertilizar sus tierras, es necesario no proceder con criterio absoluto; en el orden científico y sobre todo en la realización de los problemas agronómicos, tan complejos de suyo y tan estrechamente ligados á puntos de vista completamente heterogéneos, semejante criterio suele inducir á errores que pueden causar pérdidas lamentables.

La substitución absoluta de los estiércoles y demás abonos orgánicos, por las substancias químicas, es, agronómicamente hablando, un error de cuya evidencia no puede dudarse.

Si es efectivamente cierto, que el empleo único del estiércol empobrece el terreno, puesto que se verifica una substitución deficiente á todas luces de la materia mineral extraída por las plantas, el empleo exclusivo de los abonos químicos, la empobrece, en cambio, por una substitución más deficiente todavía de la materia orgánica, que por el trabajo de nitrificación va agotándose más ó menos rápidamente hasta su completa extinción.

No hay labrador, por poco experto que sea, que desconozca el importante papel que en la tierra vegetal desempeña el humus ó mantillo, elemento que tanto desde el punto de vista químico como desde el punto de vista físico, ejerce gran influencia en la fertilidad de las tierras, disminuyendo la tenacidad de las fuertes ó excesivamente compactas, y aumentando la consistencia de las ligeras, permitiéndoles absorber los principios fertilizantes, comunicándoles la propiedad de retener el agua y de conservar así una cierta humedad,



modificando, por último, la coloración de la tierra, y haciéndola más apta para absorber los rayos solares. Este humus ó mantillo, tiende á desaparecer incesantemente bajo la influencia de la nutrición, como ya se ha dicho; de manera que, para restituirle al suelo, á fin de que éste contenga las materias orgánicas que le comunican sus cualidades más útiles, es indispensable recurrir de tiempo en tiempo al empleo del estiércol ó en su defecto á los abonos verdes.

No puede, pues, preconizarse el empleo exclusivo de los abonos químicos, como pretenden algunos, más atentos al lucro que les proporciona un comercio no siempre de buena fe, que á la propaganda de la buena doctrina, como tampoco puede recomendarse el exclusivo empleo del estiércol, como pretenden aquellos que, apegados á la rutina, miran con recelo toda innovación y progreso.

La fertilización de la tierra es, sencillamente, un problema de estática química, y á la ordenación y combinación de las fuerzas que en su funcionamiento constituyen el sistema de equilibrio, concurren por igual las propiedades físicas del suelo, ó sea su *potencia*, y la composición química, y sobre todo el estado de asimilación de los materiales que lo constituyen, ó sea su *riqueza*, debiendo ser constantemente el objetivo del agricultor, atento siempre á conservar este equilibrio, la adición al suelo, en condiciones económicas, de aquellos elementos que tiendan de consuno á la conservación de la *fertilidad*, que es, en último resultado, el producto de los factores, potencia y riqueza.

#### Elementos de las plantas y de los abonos.

—En la combustión de todas las plantas, desde aquellas que por su sencilla organización ocupan

los primeros peldaños de la inmensa escala botánica, hasta las especies arbóreas de mayor desarrollo, se desprende cierta cantidad de gases y queda como residuo ceniza. Aquellos gases y estas cenizas contienen todos los componentes de las plantas. La parte combustible de los vegetales contiene carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; estos elementos, unidos y diversamente agrupados, forman lo que se llama las materias orgánicas.

Las cenizas ó residuos fijos contienen hasta unos veinte elementos que no son igualmente importantes y se clasifican en fundamentales y accesorios; los primeros son seis: fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y hierro; los segundos ó accidentales son catorce: cloro, bromo, yodo, fluor, silicio, sodio, manganeso, aluminio, litio, rubidio, cesio, cobre, zinc, níquel, y algún otro.

El carbono y el oxígeno figuran en la composición de todas las plantas, cada uno de ellos, en la proporción de 40 á 45 por 100; el hidrógeno, de 5 á 6; el nitrógeno, de 1 á 2, y los demás en proporciones variables y muchos de ellos mínimas ó inapreciables. Los cuatro primeros los contiene la atmósfera en proporciones inmensas é inagotables, y, á excepción del nitrógeno, todos ellos están en condiciones de ser utilizados directamente por la planta; el carbono por la descomposición del ácido carbónico por los órganos foliares de color verde, bajo la influencia de la luz y del calor solar, trabajo de reducción en virtud del cual emiten un volumen de oxígeno igual al del ácido carbónico absorbido y retienen el carbono que, unido á los elementos del agua, hidrógeno y oxígeno, engendra las materias ternarias ó hidratos de carbono, de los cuales derivan, á su vez, las grasas y los albuminoides.

El oxígeno, por su absorción por las plantas en el enunciado fenómeno de la respiración, y combinado con el hidrógeno, lo encuentran las plantas en el agua, la cual constituye una gran parte de su peso, y puesto en constante movimiento entre los tejidos, es el vehículo en que van disueltos los alimentos de la planta.

El agricultor, pues, no tiene que preocuparse de dar al suelo estos elementos que constituyen la base fundamental de la composición química de los vegetales: la Naturaleza, en la sabia armonía de sus leyes, provee copiosamente para las necesidades de la vida vegetal y animal.

El nitrógeno, elemento indispensable para la alimentación de las plantas, se presenta bajo cuatro estados: unido al oxígeno formando nitratos y nitritos, constituyendo lo que se llama nitrógeno nítrico; una gran parte del nitrógeno que absorben las raíces, lo hacen bajo la forma nítrica, como lo evidencian las experiencias de Boussingault; el nitrógeno, combinándose en el interior del organismo vegetal con los otros tres elementos, forma las substancias cuaternarias denominadas albuminoideas, entre ellas el gluten de los cereales, la legumina y la caseína de las leguminosas.

El análisis químico del aire demuestra la presencia del amoníaco, combinación del nitrógeno con el hidrógeno, el nitrógeno bajo esta forma recibe la denominación de amoniacal: la proporción de amoníaco en la atmósfera es muy pequeña; esto no obstante, ejerce influencia sobre la vegetación, por la gran cantidad de aire que la atmósfera contiene, por su constante renovación á causa de las corrientes, lo cual facilita el acceso de nuevas cantidades de amoníaco, y por la gran superficie de absorción que presentan los órganos



foliáceos de las plantas y los líquidos de naturaleza ácida que circulan por las hojas, aptos para fijar aquella substancia.

El amoniaco se encuentra en el aire combinado con el ácido carbónico, formando el carbonato amónico, y con el nitroso, que se forma por las descargas eléctricas, dando lugar al nitrito amónico, que arrastrado por las aguas meteóricas, pasa á la tierra, donde es absorbido por las raíces; una parte del carbonato amónico pasa también á la tierra, donde es absorbido, ya después de previamente nitrificado por la acción de los microorganismos, ó al estado de amoniaco, y otra parte queda retenido en la atmósfera, donde es absorbido por la parte aérea del vegetal.

Las experiencias de Muntz y de Mazé evidencian que no es condición esencial, como se creía, la transformación del nitrógeno amoniacal y del nitrógeno orgánico en nitrógeno nítrico, para ser absorbidos por las plantas.

El nitrógeno libre de la atmósfera, á pesar de su pasividad y de su inercia, contribuye á la alimentación vegetal, compensando la deficiencia de alimentación que suministra á la planta el nitrógeno bajo las formas nítrico, amoniacal y orgánico. Las numerosas experiencias de Hellriegel confirmando las ideas emitidas por el ilustre Berthelot, vienen á demostrar que el nitrógeno atmosférico se fija bajo la influencia de los microorganismos que habitan en las nudosidades que se presentan en las raíces de las plantas de la familia de las leguminosas. Más recientes observaciones han demostrado que no solamente las leguminosas poseen esta propiedad, y que hay otras como la cebada, la mostaza, el pino y otras coníferas, que fijan también nitrógeno libre de la atmósfera.



Respecto al nitrógeno orgánico, es absorbido directamente por las raíces siempre que se encuentre en estado soluble, viniendo los hechos observados á confirmar las ideas de Deherain, relativas á la intervención del nitrógeno orgánico en la alimentación vegetal.

A pesar de ser tantas las fuentes de nitrógeno en sus diversas formas, su concurso no basta á cubrir las necesidades de las plantas, y es indispensable acudir á los abonos que contengan este elemento para llenar cumplidamente aquéllos.

Entre los elementos minerales que constituyen el tejido vegetal, ocupa el primer lugar como factor de la fertilidad, el fósforo, que combinado con el oxígeno, forma el ácido fosfórico, y éste, unido á diferentes bases—cal, hierro, potasa, alúmina—constituye los fosfatos, cuya escasa proporción ó ausencia en los suelos, determina una vegetación raquítica ó completamente nula.

Las tierras contienen fosfatos en cantidad variable, unas veces en proporción suficiente para mantener un cierto grado de fertilidad, otras en proporción tan escasa que no basta á las necesidades de la vegetación.

En ambos casos hay necesidad de recurrir á los abonos que contienen fósforo, ya para aumentar su fertilidad forzando la producción, ya para poner el suelo en condiciones de producir. Las tierras calizas y las arenosas en que abundan fósiles, poseen, por lo general, cantidades abundantes de fosfatos; los suelos arcillosos contienen pocos fosfatos, en tanto que los de transporte suelen ser ricos en dichas sales.

Una de las más importantes es el fosfato tricálcico, que al estado natural no está en condiciones de servir de alimento á la planta, sino con una gran lentitud; pero el ácido carbónico del aire y

el que resulta de la descomposición de la materia orgánica, disueltos en el agua, disuelven una parte de aquél, que por la presencia del carbonato de cal de la tierra, recobra su primitiva composición de fosfato tribásico, pero en un estado de división extrema y presentando una mayor superficie que permite un mayor acceso de los disolventes que actúan sobre él; en este estado y merced á los jugos ácidos que las plantas segregan, es absorbido por las raíces.

El potasio es otro de los elementos indispensables á la vegetación. Combinado con el oxígeno forma la potasa, que unida á los ácidos constituye las sales potásicas, que en presencia de los elementos orgánicos existentes en el aire y en el agua—oxígeno, hidrógeno y carbono—, y á expensas de la acción vital de la célula clorofiliana, elaboran almidón, base de la celulosa, y por transformaciones sucesivas, diferentes productos necesarios á la constitución de los tejidos.

La escasez de potasa en las tierras determina en las plantas un desarrollo precario; un suelo pobre en potasa se hace difícil para el cultivo; cuando falta por completo, la vegetación es nula.

Su proporción en el suelo es muy variable, según el predominio del elemento mineralógico: en los suelos calizos y arenosos no suele pasar de 0'20 á 0'30 por 100 de potasa total; los arcillosos, en cambio, suelen contener hasta 13 y 14 por 1000. La potasa se encuentra en el suelo bajo forma de sulfato, nitrato, cloruro, etc.; y á no ser bajo la última forma no se asimila á las plantas, y esto raras veces. Cuando se encuentra al estado de sulfato y nitrato, para ser asimilada ha de pasar previamente al estado de carbonato, merced al carbonato de cal de la tierra.

Si el terreno contiene sulfato de cal, se verifica



entre éste y el carbonato de potasa una doble descomposición, formándose carbonato de cal y sulfato de potasa; sal que es retenida por la arcilla y la materia orgánica con menos energía y más fácilmente cedida á las raíces de las plantas. Esto viene á explicar de manera racional la beneficiosa influencia del empleo del sulfato de cal para ciertos cultivos y en especial para las leguminosas.

Otro elemento muy importante para la vegetación es el calcio, cuya acción en la nutrición de las plantas no está bien definida todavía. Por su combinación con el oxígeno forma la cal, que neutraliza muchos ácidos, y las sales resultantes contribuyen á la formación de las paredes de las células vegetales.

Aparte del importante papel que el carbonato de cal desempeña en la constitución física del suelo, obra químicamente descomponiendo el mantillo y convirtiendo el nitrógeno orgánico inactivo que éste tiene, en nitrógeno asimilable; favorece la disolución de los fosfatos de hierro y de alúmina, y comunica al fosfato tribásico de cal, disuelto en el agua cargada de ácido carbónico, un estado de división que facilita poderosamente su absorción por las raíces.

En hierro debe formar parte de la mayoría de las plantas que sirven de alimento al hombre y á los animales. Sabido es que este elemento entra en la composición de la sangre, y siendo la planta el origen casi exclusivo de la alimentación animal, claro es que debe contener el expresado elemento, y así lo confirma el análisis.

El hierro se encuentra con preferencia en las hojas, donde desempeña el importante papel de contribuir á la formación de clorofila y favorecer la asimilación del carbono.

Se encuentra en el suelo bajo la forma de óxidos, silicato, fosfato, humato y raras veces al estado de sulfuro, sulfato y carbonato.

Aparte de los mencionados, hay otros elementos minerales que no son tan esenciales ó cuya acción no está perfectamente definida todavía, encontrándose en los tejidos vegetales en proporción considerablemente menor que los anteriores y algunos en proporciones mínimas.

Todos ellos, excepción hecha del potasio y del calcio, se encuentran en las tierras en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de las plantas.

El agricultor, por consiguiente, no tiene que preocuparse de devolver á la tierra, en una ú otra forma, más que los cuatro elementos:

Nitrógeno ó ázoe;  
Fósforo, ácido fosfórico;  
Potasio, potasa;  
Calcio, cal;

que en proporción variable, según las exigencias de cada cultivo y la cantidad en que se encuentran en el suelo cultivable, debe contener todo abono cuando es completo, siendo el valor de este abono proporcionado á la cantidad que de cada uno de dichos elementos contiene.

La riqueza centesimal no es el único factor que hay que tener en cuenta cuando se trata de fijar el valor agrícola de un abono. Igual ó mayor importancia que aquélla, tiene para el agricultor el grado de asimilabilidad de cada uno de los elementos útiles que contiene aquél.

«Poco importa—dice el eminente analista monsieur Joulie—que la tierra esté abundantemente provista de los elementos necesarios, si ellos se



encuentran bajo formas que por su insolubilidad son inaccesibles á la vegetación.»

«Para que un cuerpo esté en condiciones de ser utilizado para nutrir á un vegetal, es evidentemente preciso que pueda ser absorbido por sus raíces. Ahora bien: estas últimas, provistas de filtros sumamente delicados en forma de pequeñas esponjas (esponjiolas), visibles solamente al microscopio, no pueden absorber más que líquidos perfectos, ó sea que no contengan materia sólida en suspensión, y no dejen pasar al interior del vegetal partícula alguna sólida, por infinitamente pequeña que sea. No hay, por consiguiente, más que sustancias solubles, cuerpos que puedan disolverse, fundirse en el agua, como se dice vulgarmente, que sean susceptibles de penetrar en el tejido de las plantas y, por tanto, de alimentarlas. La solubilidad es, pues, uno de los caracteres más importantes de los abonos, y los elementos útiles contenidos bajo una forma soluble ó en un estado que les permita disolverse fácilmente, son los únicos que tienen valor agrícola. La presencia de uno ó varios de los cuatro elementos esenciales de la producción vegetal, en cantidad suficiente y bajo una forma asimilable, es, pues, el carácter fundamental de un buen abono industrial.»

#### **Clasificación de los abonos industriales.—**

Hemos visto que los cuatro factores de la fertilización de que el agricultor ha de preocuparse para restituir al suelo las sustancias extraídas por las cosechas, son: el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal; las materias, pues, que han de ser utilizadas como abono, deben contener uno, por lo menos, de dichos factores, en proporción suficiente y al estado soluble, ó de fácil solubilización al menos, para que tengan una aplica-

ción económica, condición realmente indispensable en la industria agrícola.

Los abonos industriales, artificiales ó químicos, pueden clasificarse en *primeras materias* y abonos complejos ó mixtos.

Los primeros pueden agruparse de la manera siguiente:

*Abonos nitrogenados.*—Nitrato de sosa, sulfato de amoniaco, harina de carne, sangre desecada, residuos de lanas, raspaduras de cuernos, pelos de las tenerías, etc.

*Abonos fosfatados.*—Fosfatos de cal naturales, superfosfatos, fosfatos precipitados, escorias de desfosforación, cenizas de huesos, huesos desgelatinados.

*Abonos potásicos.*—Cloruro de potasio, sulfato de potasa, carbonato de potasa, potasas brutas, kainita, carnalita, kieserita, etc.

Las materias enunciadas se utilizan por uno solo de los tres elementos, si bien los segundos ó fosfatados obran, no sólo por el ácido fosfórico, sino también por la cal que entra en su composición; las hay, además, que en su composición constan de dos de los elementos fertilizantes, tales son las que se emplean por el nitrógeno y el ácido fosfórico, como los guanos, guano de pescado, polvo de huesos, negro de refineries, superfosfatos de huesos, superfosfatos de guanos, etc.; las que se utilizan por la potasa y el nitrógeno, como el nitrato de potasa ó salitre; y, por último, las que se emplean por la potasa y el ácido fosfórico, como las cenizas de vegetales.

La cal viva y el yeso son considerados, y con razón, por muchos agrónomos, como verdaderos abonos, denominados calcáreos. La primera, por su acción física, al par que química, se considera

también como enmienda. El segundo suministra á las plantas ácido sulfúrico y cal.

Los abonos mixtos, artificiales ó industriales, no son otra cosa que mezclas de restos no utilizables de animales, fermentados ó desecados, y cuyo poder fertilizante se aumenta con la adición de diversos productos nitrogenados, fosfatados ó potásicos, destinados á completar el conjunto de materiales indispensables á la vida vegetal, á fin de obtener una composición análoga á la del estiércol de buena calidad. En la confección de estas mezclas suelen emplearse exclusivamente sustancias de origen mineral, y entonces reciben la denominación de *guanos*, impropia en nuestro concepto, pues la palabra con que genéricamente debiera designarse á las materias fertilizantes, es la de abonos, ya sean simples ó primeras materias propiamente dichas, ó que consten de un solo elemento fertilizante, ya sean complejas cuando constan de dos ó más de estos elementos; denominándose propiamente guano á los excrementos, despojos y restos de ciertas aves marinas, que, acumulados paulatinamente desde hace muchos siglos en algunas costas de la región ecuatorial, han formado grandes yacimientos, que comenzaron á explotarse á mediados del siglo último.

---

## ABONOS NITROGENADOS

---

Las materias fertilizantes comprendidas bajo esta denominación, contienen el elemento generador ó nitrógeno, bajo distintas formas: en unas se encuentra combinado con el oxígeno en varias proporciones, constituyendo los ácidos nítrico y nitroso que, asociados á diferentes bases, forman los nitratos y nitritos, de los cuales el nitrato de sosa es el más importante, por el gran empleo que de él se hace en la actualidad en todos los países.

En otras, el nitrógeno se halla combinado con el hidrógeno, constituyendo el amoniaco, que, unido á diferentes ácidos, forma las llamadas sales amoniacales (1); y en otras, por último, se encuentra el nitrógeno unido á las substancias carbonatadas en la materia orgánica, constituyendo el principal elemento de ciertos compuestos que la industria utiliza como abonos, entre ellas la harina de carne, la sangre desecada, las raspaduras de cuernos, y otras.

---

(1) Su denominación científica es sales *amónicas*; pero aceptamos la de amoniacales por ser de uso más corriente.



## Nitrato de sosa

El nitrato sódico, nitro cúbico ó salitre de Chile, es la fuente principal de nitrógeno nítrico empleado en agricultura. Suministra también el nitrógeno en esta forma el nitrato de potasa, salitre ó sal de nitro; pero, á no ser en circunstancias excepcionales, esta substancia no ofrece á la industria agrícola el referido elemento en las condiciones económicas que lo hace aquél.

Los yacimientos de nitrato de sosa ocupan considerables extensiones de terreno en las costas del Pacífico en Perú, Chile y Bolivia; estos yacimientos reciben la denominación de calicheros ó salitrales, y se encuentra en ellos la sal formando montones irregulares y discontinuos, cuyo espesor, generalmente pequeño, llega á ser de 4 y 5 metros, si bien, en general, no pasa de 1 metro.

El origen de estos yacimientos se atribuye por unos á la electricidad atmosférica, por otros á la nitrificación de productos nitrogenados de procedencia animal ó vegetal. De esta opinión participan los eminentes químicos MM. Muntz y Girard, que explican el origen del nitrógeno al estado nítrico por la existencia de inmensas cantidades de residuos animales y deyecciones de aves, en los que el nitrógeno orgánico se ha transformado en ácido nítrico bajo la influencia del fermento de la nitrificación al contacto de suelos calizos, resultando de aquí tierras muy ricas en nitrato de cal. A medida que se va formando esta sal, la presencia del cloruro de sodio que existe en grandes proporciones en estos yacimientos, origina una doble descomposición que produce nitrato de sosa y cloruro de calcio:



esta sal, delicuescente en alto grado, desaparece al estado líquido en las profundidades del suelo, quedando en la parte superficial nitrato sódico mezclado con el cloruro de sodio en exceso.

La ausencia de fosfatos que en grandes cantidades se encuentran siempre allí donde la materia animal experimenta un proceso de nitrificación, induce lógicamente á suponer que estos nitratos no ocupan en la actualidad el lugar en que se formaron, del cual debieron ser transportados al en que hoy se encuentran, por la acción de las aguas, que los llevaron en disolución, y al evaporarse dejaron, á un gran estado de concentración, las capas de variable espesor que hoy se explotan.

La composición de los caliches, ó sean los nitratos en bruto, es muy variable. La proporción de nitrato sódico oscila, ordinariamente, entre 20 y 80 por 100; no suelen explotarse los caliches que no son suficientemente ricos y contienen, por lo menos, 40 por 100 de dicha sal. Además del cloruro de sodio que entra en variables proporciones (del 15 al 40 por 100), encierran los caliches otras substancias, como sulfato de sosa, sales de cal y de magnesia, y en muchos yacimientos se encuentra, si bien en débil proporción, el yodo al estado de yodato sódico, cuya sal viene á dar testimonio de la intervención de las aguas del mar en la formación de que antes se ha hecho mérito.

En algunos yacimientos de nitrato se encuentra potasa en proporciones considerables, lo cual aumenta el valor agrícola de esta materia como abono, por cuanto, además de nitrógeno en proporción de 15 por 100, contiene potasa en la de 15 á 16 por 100.

La composición de los caliches de Chile difiere de la de los del Perú, siendo éstos ordinariamente



más ricos que aquéllos, como lo prueba el análisis en el cuadro siguiente:

	Nitro del Perú	Nitro de Chile
Nitrato de sosa. . . .	47'20	26'80
Cloruro de sodio. . . .	7'40	2'60
Sulfato de sosa y agua combinada.. . . .	26'70	55'60
Yodato sódico. . . .	»	0'22
Materias insolubles. . .	18'70	14'80

En la explotación de los caliches se emplea el procedimiento de barrenos, para los que se utiliza pólvora de la de inferior calidad, formada de nitrato sódico, carbón y azufre que quema con dificultad, á causa de la mucha higroscopicidad del nitrato empleado en su confección.

Los fragmentos de diferente tamaño que se obtienen en la explosión se muelen, separando la parte terrosa, y se tratan por el agua hirviendo, que disuelve una cantidad considerable de nitratos, los cuales se depositan por enfriamiento bajo forma de cristales, mientras que el cloruro de sodio, igualmente soluble en frío como en caliente, queda en suspensión en el líquido. De este modo se obtienen nitratos que tienen del 94 al 96 por 100 de riqueza ó de nitrato puro.

El nitrato de sosa al estado de pureza es una sal blanca que cristaliza en romboedros transparentes, anhidros y de sabor fresco y acre; es muy delicuescente, y el agua á 15° puede disolver el 48 por 100 de su peso.

Está formado esencialmente de ácido nítrico ( $\text{NO}_3\text{H}$ ), en el que el hidrógeno ha sido substituído por el sodio, siendo su fórmula



su composición centesimal es:

Sosa. . . . .	36'47	
Acido nítrico. . . . .	65'53	corres-
		pondiente á 16'47 de nitrógeno.

Los nitratos del comercio se presentan siempre mezclados de impurezas en proporción variable; son de coloración pardusca y los cristales son romboedros truncados, que asemejan á pequeños cubos, y de aquí el nombre que vulgarmente se le da de salitre ó nitro cúbico.

La composición de los nitratos del comercio oscila entre 94 y 97 por 100 de nitrato puro; puede admitirse como promedio de riqueza 95'5 por 100, que corresponde á 15'7 por 100 de nitrógeno. El comercio expende esta substancia con la garantía de 15 á 16 de ázoe ó nitrógeno; pero aunque la composición de estas sales ofrece una fijeza relativa, es siempre útil someterlas al análisis, á fin de precaverse contra los fraudes.

La cantidad de cloruro de sodio, según análisis practicados por Hoffstetter, Wagner y Lecanú, oscila entre 1'25 y 2 por 100; pero los nitratos que en la actualidad se elaboran, merced á una depuración más escrupulosa, sólo contienen dicha sal en proporción que es siempre inferior al 1 por 100.

El nitrato de sosa, á causa de su gran higroscopicidad y la de las substancias que lo impurifican, absorbe considerables cantidades de agua de la atmósfera, humedeciéndose los sacos ó envases que lo contienen, que se impregnan de la disolución, lo que origina combustiones espontáneas cuando éstos se amontonan. Por esta razón es de todo punto necesario almacenar esta substancia en sitios cerrados y secos.



Suele contener gran proporción de sal común y sulfato de sosa, que proceden, ó de una elaboración defectuosa, ó porque se hayan adicionado fraudulentamente. La proporción de estas substancias suele alcanzar hasta 25 por 100; generalmente sólo se le añade un 5 ó 6 por 100 de materias inertes, y el producto se expende con una garantía de 15 por 100 de nitrógeno; pero su análisis no acusa más que 14 á 14.5 por 100, proporción menor de la garantizada.

La única forma de descubrir el fraude es la dosificación del nitrógeno, que por los procedimientos rigurosos de análisis, actualmente empleados, no permite cometer mayor error de dos décimas por ciento.

El consumo del nitrato de sosa alcanza en la actualidad proporciones colosales. América y Europa son las regiones en que más aplicación se hace de esta substancia; pero el consumo que hace la primera es muy inferior al de las naciones europeas.

América explota un suelo virgen, que en general no necesita el empleo de los abonos nitrogenados.

Europa, en cambio, con su cultivo intensivo y su suelo esquilado por una larga serie de cosechas, necesita el consumo de los abonos químicos y particularmente nitrogenados, para conservar la fertilidad del suelo.

En comprobación de lo anteriormente expuesto, copiamos á continuación los datos sobre el consumo de esta materia, publicados por la acreditada revista francesa *Journal d'Agriculture pratique*, en 4 de Abril del corriente año (1901), y expresada en toneladas de 1016 Kg.



	En 1891	En 1900	Diferencia
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
En Europa . . . .	829.260	1.139.690	310.430
En los E.E. UU. . .	98.000	180.000	82.000
En otros países. . .	»	20.700	20.700
Totales. . . . .	927.260	1.340.390	413.130

Se ve, pues, que el consumo del nitrato de sosa se ha duplicado en los últimos diez años.

De la misma revista tomamos los datos de importación en iguales años, en los principales países consumidores de Europa.

Países	1891	1900	Aumento
Gran Bretaña. . . .	121.150	140.990	19.840
Alemania. . . . .	397.630	432.660	35.030
Francia.. . . . .	179.300	250.930	71.630
Holanda. . . . .	43.710	92.190	48.480
Bélgica.. . . . .	88 710	160.410	71.700
Italia. . . . .	11.000	21.790	10.790
Austria Hungría. .	Nada	3.300	3.300
España.. . . . .	1.750	18.000 (1)	16.250

Por la inspección del cuadro anterior se observa que Francia, Holanda y Bélgica ocupan el primer lugar en el aumento absoluto del consumo de nitrato; pero si se tiene en cuenta la gran diferencia entre las superficies cultivadas de estos tres países, se observará que Bélgica y Holanda han consumido por hectárea, cantidades diez

(1) Este dato no figura en el cuadro á que hacemos referencia: lo hemos obtenido consultando los boletines del Comité permanente de nitratos. Esta cifra de 18.000 toneladas la tomamos, si no como exacta, aproximada al menos.

veces la primera y seis veces la segunda mayores que las empleadas por la agricultura francesa.

Basta examinar las cifras transcritas para considerar que el consumo de esta substancia en nuestra Península es muy inferior al que debiera ser y que el cultivo intensivo está circunscrito á pequenísimas zonas.

Calcúlase la superficie cultivada de España, en 25.000.000 de hectáreas, en 34.000.000 la de Francia, en 2.200.000 la de Bélgica y en 2.100.000 la de Holanda; de forma que en la campaña agrícola de 1899 á 1900 han correspondido en la primera, ó sea, en Francia, 7'38 Kg. de nitrato por hectárea, 72'90 Kg. en Bélgica y 43'90 Kg. en Holanda, mientras que en España no ha correspondido á cada hectárea más que 730 gr.

La propiedad que tiene el nitrato de sosa de ser eminentemente soluble, ha hecho creer que se disuelve y difunde con la mayor facilidad y rapidez en los líquidos del suelo; la facilidad con que las sales solubles se difunden y diseminan, ha inducido á aceptar, como hecho demostrado, que la distribución de esta sal en la masa de agua de la tierra, es perfectamente uniforme. Investigaciones de distinguidos agrónomos demuestran que estas afirmaciones carecen de fundamento.

En el mecanismo de la disolución, como han observado Muntz y Girard, se ve que cada cristal de la sal forma en el suelo un núcleo, que absorbe la humedad ambiente, resultando una disolución de relativa concentración que impregna las partículas terrosas que están á su proximidad. Esta disolución de nitrato, cuya tensión de vapor es más débil que los líquidos que bañan el suelo, absorbe el vapor de agua á expensas de estos últimos, aumentando así lenta y progresivamente de volumen. Las partes de tierra que rodean estos

núcleos, se desecan, por tanto, gradual y paulatinamente, y se observa el curioso fenómeno de dividirse la tierra en porciones muy secas á la proximidad de porciones muy húmedas.

Experiencias directas han demostrado que la humedad de los puntos en que se encontraban los núcleos de disolución del nitrato era del 13 por 100, en tanto que los que se encontraban próximos, su humedad no pasaba del 6 por 100.

Estos resultados demuestran que la difusión del nitrato no es ni rápida ni completa; la zona que rodea los cristales de nitrato se enriquece en agua, pero no pierde, no se empobrece en sal; es decir, que no la cede ó transmite á las partes próximas. La circulación de los líquidos en el suelo está, pues, muy lejos de ser lo que hasta ahora se había creído, puesto que soluciones de composición muy diferente pueden, sin mezclarse, coexistir en una misma tierra. Estos hechos originan consecuencias importantes desde el punto de vista práctico, y particularmente de la germinación de las semillas.

Practicada la siembra inmediatamente después de echar el nitrato, ha de suceder, necesariamente, que muchas semillas caerán en la parte del terreno humedecida por la disolución, y en el seno de este medio, eminentemente cáustico, la germinación ha de verificarse en malas condiciones; en cambio, otras semillas caerán en la parte del suelo desecada por la absorción, y la semilla tampoco encontrará las condiciones apropiadas para germinar; del propio modo, empleado el nitrato en *cobertera*, puede originar verdaderas combustiones en las tiernas plantas, allí donde por efecto de su imperfecta difusión se forman núcleos de disolución concentrada, siempre perjudicial á las raíces.



Los referidos fenómenos dan la explicación racional del efecto nulo, y algunas veces perjudicial en cierto grado, del nitrato de sosa, especialmente en las sequías prolongadas, fenómenos que desaparecen por completo por la acción de las aguas de lluvia que, mezclándose á los líquidos de diferente concentración que en la tierra existen, los diluyen, favoreciendo la difusión y la diseminación de las sales que contiene, de forma que la aplicación de esta substancia fertilizante al suelo, debe hacerse en las épocas en que la probabilidad de las lluvias permita obtener resultados económicos y favorables.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que los nitratos son, como ya se ha dicho, eminentemente solubles, y así como para determinadas substancias, los fosfatos por ejemplo, el poder absorbente de las tierras es considerable, de modo que su empleo como abono puede hacerse en cualesquiera condiciones, sin que se originen pérdidas por la acción de las aguas, este mismo poder de las tierras es nulo completamente para los nitratos, lo mismo para el de sosa, que se da directamente al suelo, como para el de cal, que se forma por la oxidación de la materia orgánica y la presencia del elemento calizo del suelo; resultando de aquí que las aguas de lluvia, sobre todo cuando son abundantes y persistentes, arrastran estas sales á las partes inferiores del suelo, y á tanta mayor profundidad cuanto mayor es la cantidad de agua caída y menor la facultad de la tierra para retener el agua.

Pero no todo el nitrato arrastrado por las lluvias á las profundidades del suelo se pierde para las plantas, pues una parte de él asciende á las capas superiores cuando, al cesar la lluvia, empieza el trabajo de evaporación, para realizarse



la cual se verifica el ascenso gradual por capilaridad del agua contenida en las capas subyacentes, y de esta forma el nitrato se pone al alcance de las raíces superficiales, si bien en cantidad inapreciable. Otra parte del nitrato que no asciende con el agua á las capas superiores, es aprovechado por las plantas, cuyas raíces profundizan mucho más de lo que generalmente se cree. Únicamente en los terrenos en que se han practicado drenajes más ó menos completos, es donde realmente hay una pérdida absoluta de esta sal.

En cuanto al empleo del nitrato de sosa como materia fertilizante, no es posible desconocer la influencia que su descubrimiento ha ejercido en la agricultura moderna, aumentando considerablemente el radio de acción del cultivo intensivo en los diferentes países; pero no es menos evidente que no tiene completa justificación, en el terreno científico, la exclusiva preferencia que á dicha substancia se ha querido conceder sobre todos los demás abonos nitrogenados, estiércoles, sulfato de amoniaco, restos animales y abonos vegetales. Fúndase esto, á no dudar, en el concepto erróneo, admitido hasta aquí como verdad inconcusa, de que el nitrógeno, sea cualquiera su procedencia, ha de pasar necesariamente á la forma de nitrato, para que pueda penetrar en las raíces y ser asimilado por las plantas. Las experiencias ya citadas de Muntz y Macé, han evidenciado que el nitrógeno amoniacal era directamente absorbido por los vegetales. Ciertas prácticas agrícolas comprueban esto. En el cultivo del arroz se emplean cantidades extraordinarias de sulfato amónico, pues, como ya es sabido, es un cultivo muy exigente. Durante la vegetación de este cereal, ha de estar la tierra cubierta de

una capa de agua, y no es posible que el amoníaco se nitrifique, pues faltan condiciones para que la fermentación nítrica tenga lugar; luego debe ser absorbido el nitrógeno bajo la forma amoniacal, porque el efecto del sulfato es inmediato y notorio.

El nitrógeno orgánico lo absorben directamente las raíces, siempre que se encuentre en estado soluble.

Diferentes bacilos acumulan nitrógeno aéreo, y le obligan á combinarse, merced á su trabajo fisiológico, con las materias hidrocarbonadas, para formar substancias nitrogenadas solubles, que las raíces se apropian directamente.

Las bacterias de las leguminosas fijan también el hidrógeno gaseoso y lo combinan bajo forma orgánica en el interior de los abultamientos radiculares, pasando de estos abultamientos al torrente circulatorio de la planta.

De lo expuesto se deduce, que la nitrificación ó transformación del nitrógeno en forma nítrica, no es condición *esencial* para la nutrición de la planta; lo que realmente sucede, en nuestro concepto, es que, bajo la forma nítrica, la solubilización y absorción de dicho elemento, es más rápida y sus efectos son inmediatos; de aquí la preferencia, en este caso lógica y racional, que se otorga al nitrato de sosa, como fertilizante azoado de primera, irremplazable para determinados cultivos, como los cereales, y para las vides que se destinan á la producción de vinos finos; si bien para aquéllos, ó sea para los cereales, debe entenderse que el empleo del nitrato ha de hacerse exclusivamente en dicha estación, pues á la siembra, ó sea en el otoño, el nitrógeno ha de darse bajo la forma amoniacal ú orgánica.

Esta misma rapidez de sus efectos hace que la aplicación del nitrato no sea económica en otoño ó invierno, pues en esta época las exigencias de la mayoría de los cultivos son escasas, y no utilizan en su totalidad el nitrato que se les suministra, el cual, por otra parte, se pierde en proporción considerable por la acción de las lluvias, que lo arrastran á grandes profundidades, como ya se ha consignado.

En cambio, el sulfato amónico es retenido por la tierra; se va nitrificando lentamente, y á medida que se forma nitrógeno nítrico lo van absorbiendo las raíces, al mismo tiempo que absorben también nitrógeno amoniacal.

En la primavera, las plantas entran en un período de mayor actividad, necesitan alimentación más abundante, y entonces es cuando el nitrato produce los mejores resultados; si bien es verdad que en dicha época el sulfato amónico se nitrifica también con más actividad y rapidez, y sus efectos son más inmediatos. No obstante esto, experiencias directas en el abono de cereales en primavera, nos confirman la mayor eficacia del nitrato de sosa.

En cuanto á las pérdidas de nitrógeno que los abonos nitrogenados experimentan en sus transformaciones, por la acción de los microorganismos que las producen, no está exento de ellas el nitrógeno nítrico, pues aparte de su gran solubilidad y de la escasa fuerza absorbente y retentiva que con respecto á él posee la tierra, las bacterias de la desnitrificación atacan los nitratos, dejando en libertad nitrógeno, que al estado gaseoso es completamente perdido para la vegetación; y si bien la desnitrificación carece de importancia en las tierras desprovistas de materia orgánica, puede tenerla, y mucha, en los suelos abonados



con estiércol, y que contienen provisión algún tanto abundante de humus ó mantillo.

La acción del nitrato es variable también según la naturaleza de los terrenos á que se aplica, habida consideración de la propiedad tantas veces expuesta de su gran solubilidad para con el agua.

En los suelos arenosos, muy sueltos, las pérdidas de dicha substancia pueden ser considerables.

En las tierras de mediana consistencia, y sobre todo en las que predomina el elemento arcilloso, la acción de la sal es más prolongada, porque aquéllas no dejan pasar el agua con tanta rapidez como las sueltas.

Tanto en unas como en otras tierras, pueden evitarse las pérdidas de nitrato, dividiendo la cantidad que haya de emplearse en tres ó más porciones, echando cada una de ellas con intervalos de 20 días, poco más ó menos.

De lo expuesto se infiere que el nitrato de sosa es un agente de fertilidad de suma importancia para las plantas de vegetación rápida; su acción, en cambio, no es duradera, sirviendo sólo para la cosecha á que se aplica.

A diferencia de lo que sucede con otros abonos de descomposición lenta, el nitrato se transforma rápidamente en el producto agrícola á que se destina, reintegrándose el labrador en poco tiempo del capital invertido en su empleo.

Obra esta substancia como abono incompleto, únicamente por el nitrógeno que contiene; por tanto, su aplicación no puede dar los resultados apetecidos, á no ser en terrenos que contengan los demás elementos, fósforo y potasa en la proporción conveniente. Unido, por consiguiente, á abonos fosfatados y potásicos en condiciones adecuadas á cada planta, teniendo en cuenta la composición del terreno, produce resultados inme-



diatos y aumenta la producción considerablemente.

Las grandes diferencias de producción obtenida en distintas plantas, según que se emplee sola la repetida substancia, ó asociada á abonos fosfatados, se evidencia por las experiencias de Lawes y Gilbert, verificadas en la Granja Escuela de Rothamsted, durante 30 años en el cultivo del trigo, durante 16 en el de la cebada y durante 9 en el de la avena y la patata, cuyas diferencias demuestran la necesidad de que haya en el suelo, además de nitrógeno, fosfatos y potasa, sobre todo fosfatos, pues sin esta condición el empleo del nitrato no resulta beneficioso.

En el cultivo del trigo, abonando con nitrato y fosfatos, la producción de grano fué de 217 Kg.; en el abonado sólo con nitrato, fué de 101 Kg.; la diferencia á favor del primero fué de 116 Kg. Esta diferencia fué más notoria en la producción de paja, que en el primer caso fué de 562 Kg. y en el segundo de 269, siendo la diferencia á favor del primero de 297 Kg.

En los cultivos de la cebada y avena, los aumentos de producción con el empleo de los abonos en que se asocian los fosfatos al nitrato, son también de importancia; pero en donde se manifiesta más ostensiblemente la eficacia de su empleo, es en el cultivo de la patata. La producción de tubérculos en la parcela abonada con nitrato y fosfatos fué 1.250 Kg.; en la abonada con nitrato solo, 308 Kg.; diferencia, 942 Kg. Estos resultados, durante experiencias repetidas, demuestran lo bastante para excusar todo raciocinio encaminado á demostrar la conveniencia de la asociación de elementos fertilizantes.

La época apropiada para la aplicación del nitrato de sosa es variable, según los cultivos. En tér-

minos generales se considera más conveniente su aplicación en los meses de marzo y abril, ó sea cuando empieza el periodo de actividad en la vegetación.

Para las tierras de secano conviene esparcirlo en días nublados y tranquilos, en que haya un cierto grado de humedad en la atmósfera; en las de regadío, inmediatamente después de repartido en el suelo, conviene dar un riego moderado.

Para su empleo conviene desmenuzarlo, para deshacer los terrones, en que se presenta aglomerado.

A fin de facilitar su distribución, se suele mezclar con arena ó tierra fina, ceniza, yeso, cal apagada, y debe procurarse que la distribución en el terreno sea todo lo uniforme posible.

No es conveniente mezclar el nitrato de sosa con los superfosfatos, á no ser cuando la mezcla haya de emplearse inmediatamente después de hecha, pues entonces la pérdida de nitrógeno es muy pequeña; en caso contrario, ó sea cuando se elaboran las mezclas con alguna anticipación, las pérdidas de nitrógeno pueden ser considerables, por contener siempre los superfosfatos algo de ácido fosfórico y sulfúrico libres, que actúan sobre el nitrato de sosa, desalojando al ácido nítrico de su combinación. Esta causa de pérdida aumenta cuando en la elaboración de la mezcla entran materias orgánicas, como palomina, fenta, etc., etc.

El nitrato de sosa puede mezclarse, sin temor á estos inconvenientes, con sales potásicas, fosfatos precipitados, superfosfatos neutros, harina de huesos, etc.

La mezcla del nitrato con el sulfato de hierro puede dar lugar á iguales riesgos que con los superfosfatos ácidos, por la acción reductora del

óxido ferroso para pasar á óxido férrico, apoderándose del oxígeno del ácido nítrico y formando óxidos de nitrógeno, que son cuerpos volátiles que se pierden en la atmósfera.

Más adelante nos ocuparemos de las aplicaciones del nitrato de sosa en los diferentes cultivos.

Una observación digna de tenerse en cuenta y que hace el eminente químico Mr. Muntz, al hablar de la distribución del nitrato en el suelo cuando se emplea solo.— El obrero que lo maneje ha de tener las manos sanas, es decir, sin cortes, heridas ó llagas no cicatrizadas, pues el contacto de esta sal produce inflamaciones dolorosas, de curación larga y penosa.

### Nitrato de potasa

Así como el nitro cúbico ó nitrato sódico se extrae de los caliches, el salitre, sal de nitro ó nitrato potásico, se extrae de las materias salitrosas que se benefician en las nitrerías naturales, que forman grandes yacimientos, si bien en escala incomparablemente menor que los de nitrato sodico, ó de las nitrerías artificiales, para cuya preparación y explotación se procura imitar en un todo los procedimientos de nitrificación que la naturaleza emplea.

Para su beneficio, las expresadas materias se someten á una lexiviación; el producto de esta lexiviación, que contiene nitrato de cal y de magnesia, se trata por una sal de potasa ó cenizas vegetales que aportan este elemento. La primera operación consiste en lavar la materia salitrosa con pequeñas cantidades de agua, á fin de obtener líquidos concentrados de una densidad de 12° á 15° del areómetro Baumé.

Los nitratos de cal y de magnesia se descomponen; la potasa que naturalmente contiene el nitro y la que contiene la sal, ó las cenizas añadidas, saturan el ácido nítrico, formándose nitrato de potasa que queda en las aguas de loción, y por evaporación se obtiene la sal con cierto grado de pureza.

Procedimientos de detalle que no son de este lugar, permiten obtener este producto con un 92 y hasta 98 por 100 de pureza.

Puede también obtenerse el nitrato de potasa, por doble descomposición del cloruro potásico y el nitrato sódico, de la que resulta cloruro sódico ó sal común y nitrato potásico. Puede emplearse también para este objeto, el carbonato de potasa.

Por este procedimiento se obtiene la mayor parte del salitre que circula en el comercio.

Al estado puro, se presenta esta sal cristalizada en prismas rectos rombales muy largos, agrupados en haces, que les hacen aparecer como prismas exagonales estriados longitudinalmente, y algunas veces en romboedros y siempre húmedos, de sabor fresco y picante, muy soluble en el agua, y no es higroscópico como el nitrato de sosa. Está formado de ácido nítrico, en el que el átomo de hidrógeno ha sido substituído por un átomo de potasio, siendo su fórmula



y contiene en 100 partes:

Potasa. . . . .	46'54
Acido nítrico. . . . .	53'46
	correspondiente á nitrógeno 13'86.

El nitrato de potasa refinado no se emplea en agricultura á causa de su elevado precio; de los



nitratos brutos se hace alguna aplicación y constituye un abono muy estimado, siempre que pueda adquirirse en condiciones económicas, por contener dos elementos de riqueza: el nitrógeno y la potasa.

La riqueza de estos nitratos es muy variable. El salitre de Indias contiene, generalmente, de 8 á 10 y algunas veces hasta 15 y 20 por 100 de impurezas; los productos que circulan en el comercio tienen, ordinariamente, 92 por 100 de nitrato puro, y contienen:

Nitrógeno nítrico. . . . .	12.75 p. 100
Potasa. . . . .	42.82 —

Los nitratos obtenidos por el procedimiento de doble descomposición contienen igualmente impurezas, cuya tasa oscila alrededor de 5 á 6 por 100.

Las falsificaciones del nitrato potásico suelen consistir en la adición de cloruro sódico ó sal común y sulfato de sosa, sustancias de bajo precio con relación al de la sal falsificada; otras veces se añade materia inerte; pero el fraude más frecuente consiste en añadir nitrato de sosa, con lo cual se disminuye la riqueza en potasa, pero aumenta la proporción centesimal de nitrógeno, puesto que el nitrato de sosa, á igualdad de peso y estado de pureza, contiene más nitrógeno que el nitrato de potasa, como puede verse por la composición centesimal de ambos. La única manera de reconocer el fraude, ó, mejor dicho, si existe el fraude, es determinar por el análisis las cantidades de nitrógeno nítrico y de potasa que contiene la materia, para ver si éstas corresponden á las que de estos elementos debe contener, dada la riqueza de nitrato de potasa que se garantiza.

Respecto al empleo de esta materia como abono, conviene siempre calcular si es más ventajoso dar á la tierra los elementos nitrógeno y potasa, bajo la forma del compuesto que nos ocupa, ó bien empleando el nitrato sódico y el cloruro de potasio, que son las materias más comúnmente empleadas. Basta para ello un sencillo cálculo. Tomemos, por ejemplo, los precios corrientes de las primeras materias, publicados por la casa «Amadeo Cros de Barcelona» en su Boletín mensual correspondiente á septiembre último:

Precio de 100 Kg. de cloruro potásico, de 80 á 85 por 100, equivalente á  $52/53$  por 100. Potasa anhidra, 32'50 ptas.

Precio de 100 Kg. de nitrato de sosa, 95 por 100 de riqueza, y  $15/16$  por 100 de nitrógeno, 35'50 ptas.

Precio de 100 Kg. de nitrato de potasa, 95 por 100 de riqueza,  $13/14$  por 100 de ázoe ó nitrógeno y 43 por 100 de potasa anhidra, 75 ptas.

El nitrato de sosa, como es sabido, es el producto regulador en el mercado para determinar el precio de la unidad, ó sea el del kilogramo de nitrógeno nítrico, que, en el ejemplo actual, es de 2'30 ptas. Aplicando este precio del nitrato de potasa que nos ofrece el mercado en dicho mes, y cuya riqueza media en nitrógeno es de 13'5, el valor de este elemento es de  $13'5 \times 2'30$  ó sean 31'05 ptas.; por consiguiente, los 43 Kg. de potasa que esta sal contiene, alcanzan el precio de 43'95 pesetas (1) ó sea 1'02 ptas. por Kg.; es decir, 40 céntimos de peseta más caro que la potasa suministrada por el cloruro potásico (2).

(1) Diferencia entre 75, precio de los 100 Kg. de  $\text{NO}_3\text{K}$ , y 31'05, valor del nitrógeno.

(2) Siendo 32'50 el precio de 100 Kg. de  $\text{NO}_3\text{K}$  y su riqueza media en potasa de 52'5, el precio del kilogramo es de 0'62 ptas.

De forma que, para dar á la tierra los elementos nitrógeno y potasa en la proporción que los contiene el nitrato potásico, hemos de desembolsar 75 ptas., y para dar dichos elementos en igual proporción, empleando el nitrato sódico y el cloruro potásico, hay que desembolsar sólo 57·71 ptas., resultando, por el empleo de estos últimos, una economía de 17·29 ptas.

Ciertamente que, depurando la cuestión, debemos tener en cuenta que en el primer caso, ó cuando empleamos nitrato potásico, sólo tenemos que transportar 100 Kg. de peso, y en el segundo 169 Kg., ó sea 87 de nitrato sódico (que contienen 13,5 de nitrógeno) y 82 de cloruro (que contienen 43 de potasa); pero aun así conviene emplear estas últimas substancias, pues la diferencia de precio en los transportes no puede nunca alcanzar á la cifra que representa la diferencia consignada.

Esto aparte del inconveniente que ofrece el empleo del nitrato de potasa, de contener este último elemento en exceso sobre el nitrógeno, lo que exige el empleo de otros abonos nitrogenados como complementarios. Por lo demás empleando los dos elementos separadamente, hay mayor facilidad de poder variar las proporciones según los cultivos y las exigencias de los terrenos.

No puede, pues, aconsejarse su empleo, á no ser que por circunstancias muy especiales pudiera adquirirse en condiciones económicas ventajosísimas.

Respecto á su acción sobre las plantas y las diferentes tierras, se comporta lo mismo que el nitrato sódico, y cuanto hemos dicho de éste puede aplicarse y se aplica al nitrato de potasa

## Sulfato de amoniaco

Las sales amoniacales, compuestos formados por la combinación de diferentes ácidos con el amoniaco ó álcali volátil del comercio, son otra fuente abundantísima de nitrógeno, que, en este caso, como ya se ha dicho, recibe la denominación de amoniacal.

El amoniaco, combinación de un átomo de nitrógeno y tres de hidrógeno, en las diversas sales de que forma parte, puede servir y sirve directamente para la alimentación de las plantas. Se encuentra en la naturaleza como resultado de la descomposición de la materia orgánica; siempre que las substancias orgánicas entran en fermentación y se descomponen, sobre todo en ausencia del aire, se produce desprendimiento de gas amoniacal, tanto más acentuado cuanto mayor es la masa de materia que fermenta.

Las sales amoniacales se encuentran en los productos volcánicos, en las aguas del mar y de los ríos; pero el hombre no puede aprovecharse de estas fuentes naturales para la obtención industrial y económica de aquéllas, para extraer las cuales se emplean las aguas procedentes de las materias fecales, las aguas de las fábricas de gas, que contienen amoniaco, formado durante la destilación de la hulla, para la fabricación del gas de alumbrado y del cok, y los productos resultantes de la destilación seca de los huesos.

Prodúcese amoniaco también en la combustión de todos los productos vegetales y en la de la hulla y el cok de los grandes hornos, donde tanto consumo se hace de estos combustibles. El amoniaco, que hasta ahora se perdía totalmente en la atmós-



fera, comienza ya á utilizarse, y es muy posible que resulte en lo por venir un manantial de nitrógeno de mucha consideración.

De todas las sales á base de amoníaco que pueden obtenerse por los distintos procedimientos industriales, se ha dado la preferencia á aquella que, conteniendo una cantidad conveniente de dicho álcali, resulte más económica y su aplicación no produzca perjuicio alguno á las plantas. El sulfato amónico reúne todas estas condiciones, y es la única sal amoniacal que se utiliza como abono, cuya acción fertilizante la debe especialmente al nitrógeno que contiene.

El aprovechamiento de las aguas de las cloacas ó procedentes de materias fecales, es una industria que data de mediados del siglo pasado. Grandes aparatos permiten aprovechar diariamente de 800 á 900 metros cúbicos de amoníaco, que ó se desprende libremente por la adición de cal, que se apodera de los ácido con los que aquél está combinado en dichas aguas, ácido carbónico, sulfhídrico, etc., formando carbonato, sulfuro amónico, etc., ó bien se destila, y el producto de la destilación ó el amoníaco libre, se recoge en ácido sulfúrico para transformar en sulfato el amoníaco libre ó combinado.

Por este medio se consigue elaborar diariamente de 6 á 7000 Kg. de sulfato de amoníaco. La parte sólida que forma parte de la materia fecal se aprovecha también como abono, después de desecada y pulverizada.

Se obtiene también amoníaco por la destilación seca de materias orgánicas nitrogenadas—huesos, raspaduras de cuernos, residuos de peletería—; pero su obtención no resulta económica, por la pequeña diferencia de precio entre el nitrógeno orgánico, bajo cuya forma se encuentra en las

expresadas substancias, y el amoniacal, que es la forma que adquiere por la destilación.

En la fabricación del negro animal se obtienen aguas bastante ricas en amoniaco; pero esta industria no tiene importancia bastante para suministrar grandes cantidades de dicho álcali.

El manantial de sulfato amónico más importante y que la industria utiliza en grande escala para su obtención, es el agua amoniacal ó de condensación procedente de la destilación de la hulla ó carbón de piedra, en vasos cerrados, para la fabricación del gas del alumbrado.

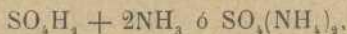
La proporción y riqueza de estas aguas es variable con la naturaleza de la hulla. En general se obtiene, por cada 100 Kg. de hulla, de 8 á 10, y algunas veces hasta 14 litros de aguas amoniacales. Contienen ordinariamente de 12 á 15 Kg. de amoniaco, que dan de 48 á 60 Kg. de sulfato amónico.

Estas aguas no contienen todo el amoniaco que se desprende en la destilación; parte del álcali con otros gases, ácidos carbónico y sulfhidrico libres, escapan á la depuración física. El gas del alumbrado experimenta una última depuración, haciéndole pasar por una mezcla de serrín, sulfato ferroso y cal hidratada, que retienen el amoniaco al estado de sulfato. Esta mezcla empapada de todas las impurezas que contiene el gas del alumbrado, constituye el *crud de amonaco*, y contiene de 4 á 8 por 100 de amoniaco. Su empleo como abono nitrogenado no ha dado los resultados que se esperaban, dada su riqueza en nitrógeno. Contiene cianuros y sulfocianuros, cuerpos eminentemente venenosos para las plantas. No debe emplearse el crud de amoniaco sin exponerle á la acción del aire un cierto tiempo, ó bien esparciéndole en el terreno algunos meses antes de la siembra; al contacto del aire y de la atmósfe-

ra del suelo, el cianuro y sulfocianuro alcalino se transforman en carbonato y sulfato, lo que hace que desaparezcan sus propiedades venenosas.

Puede, por último, extraerse el amoníaco de la destilación de la turba, que contiene cantidades de nitrógeno algo considerables: del 1 al 2 por 100. Destilando la turba para la obtención de breas y productos piroleñosos, se obtienen aguas amoniacales que pueden someterse á igual tratamiento que las procedentes de la fabricación del gas. En la actualidad, la extracción del nitrógeno de la turba bajo la forma de sulfato de amoníaco, no ha entrado en el terreno de la práctica; pero es probable que algún día se explote esta substancia, en vista de la abundancia de sus yacimientos, de su riqueza en nitrógeno y del valor de otros productos que podrían obtenerse simultáneamente.

El sulfato de amoníaco, cuya fórmula química es



está formado por ácido sulfúrico ( $\text{SO}_4\text{H}_2$ ), en el que los dos átomos de hidrógeno han sido substituidos por dos de amoníaco; forma cristales anhidros blancos, transparentes, constituyendo prismas terminados por pirámides, de sabor picante y amargo, soluble en dos veces su peso de agua fría. Decrepita por la acción del fuego, se funde y acaba por descomponerse.

En estado de pureza, el sulfato de amoníaco contiene:

Acido sulfúrico. . . . .	60'62	
Agua. . . . .	13'63	
Amoníaco. . . . .	25'75	corres-
		pondiente á 21'21 de nitrógeno.



El sulfato del comercio no es absolutamente puro, siendo más variable la cantidad de amoníaco que contiene, y variable también el color que presenta, debido al procedimiento de fabricación y á contener impurezas, constituidas unas por materias inertes y otras realmente perjudiciales á las plantas.

La riqueza media de nitrógeno de los sulfatos elaborados en Francia, oscila entre 20 y 21 por 100.

Los productos de origen inglés son de composición muy variable y generalmente más pobres que los franceses, con una riqueza de 19 por 100 de nitrógeno, correspondiente á 23 por 100 de amoníaco. Esta proporción de nitrógeno baja considerablemente; siendo más frecuente encontrar en el comercio sulfatos cuya riqueza no excede de 7 á 10 por 100 de dicho elemento. Cuando por defectos de fabricación no es completamente saturado todo el ácido sulfúrico, resultan sulfatos con una cantidad algo considerable de ácido libre y cuya proporción de nitrógeno puede descender hasta 15 por 100.

Según Petermann, la composición centesimal de estos sulfatos es, por término medio, la siguiente:

Sulfato neutro de amoníaco.	80·90	=	17·16	de
Acido sulfúrico libre. . . . .	15·83			nitrog.
Agua y arena. . . . .	3·27			
	<hr/>			
	100·00			

Estos productos son eminentemente corrosivos, á causa de la gran cantidad de ácido libre que contienen, y pueden ejercer sobre las plantas una acción perjudicial.

La coloración de esta substancia varía con el



procedimiento de fabricación y las condiciones del ácido empleado. Presentan el color blanco, y no contienen hierro ni arsénico, los sulfatos obtenidos, tratando las sales amoniacaes por ácido sulfúrico preparado con azufre; cuando el ácido empleado procede de las piritas, los sulfatos son amarillos, contienen arsénico bajo la forma de sulfuro, sal realmente inofensiva. Otras veces los sulfatos son azulados ó violáceos, cuyos colores proceden del que les comunican algunos derivados de la hulla. En las sales producidas por saturación directa, el color es gris obscuro, casi negro.

Ninguna de estas coloraciones debe preocupar al agricultor, siempre que la riqueza de amoniaco no baje de 24 á 25 por 100, lo cual puede reconocerse por el análisis, del que no debe prescindirse nunca, á fin de que el comprador tenga una garantía real del producto que adquiere.

No obstante ser el color un carácter de poca importancia, respecto á la calidad de los diferentes sulfatos, debe el labrador fijar su atención en la coloración moreno-rojiza de algunos sulfatos, por ser indicio bastante seguro de que contiene sulfocianuro amónico (1), sal de propiedades venenosas de que se ha hecho mérito al hablar del crud de amoniaco y cuya proporción es algunas veces muy elevada, hasta el punto de que Mr. Schuman, al analizar un sulfato de dicha coloración y de procedencia inglesa, encontró un 74 por 100 de sulfocianuro por 15 solamente de sulfato de amoniaco.

Estos sulfatos proceden de la saturación directa de las aguas amoniacaes, procedentes de la destilación de la hulla por el ácido sulfúrico y concen-

---

(1) Denominado también rhodamonio ó rhodanuro amónico.

tración inmediata, originándose reacciones en virtud de las que los hidrocarburos se apoderan del nitrógeno para formar ácido cianhídrico que, por su combinación con el amoníaco, forma el cianuro amónico; por otra parte, la presencia de gases sulfurosos, determina la formación de sulfocianuros de la misma base. La acción corrosiva de estas sustancias es tal, que la proporción de 10 Kg. por hectárea basta para destruir la vegetación.

Además de los sulfatos más ó menos puros, pero cuyas impurezas proceden de deficiencias en la fabricación, circulan en el consumo estas sales adicionadas de materias inertes ó sustancias de poco valor, como arena, sulfato de sosa, cloruro de sodio ó sal común, sulfato de magnesia y sulfato de hierro molido, constituyendo verdaderos fraudes.

Es fácil, por otra parte, formarse una idea aproximada de la pureza de un sulfato, sometiendo a la calcinación sobre una lámina metálica; cuando no está adulterado, no queda residuo ó queda muy poco; en cambio, este residuo es muy abundante cuando el sulfato ha sido adicionado de alguna de aquellas sustancias. Todas ellas son inocentes, no producen perjuicio, pero el agricultor paga como sulfato de amoníaco materias que no tienen valor alguno como abono. Se impone, pues, como hemos dicho, que se someta al análisis la sustancia adquirida, para ver si tiene la proporción de nitrógeno ó de amoníaco que garantiza el expendedor. Y lo que decimos de esta materia lo hacemos extensivo á todas las que el agricultor se ve en la precisión de adquirir para elaborar sus abonos ó mezclas, que la ciencia ó la práctica le recomiendan emplear.

Si la coloración es sospechosa, conviene averi-

guar si obedece á la presencia de la substancia venenosa de que antes nos ocupamos. Una sencillísima reacción permite averiguar si un sulfato de coloración moreno-rojiza contiene ó no sulfocianuro amónico. Basta disolver una pequeñísima cantidad de sulfato en un poco de agua y añadir dos ó tres gotas de percloruro de hierro. Si hay sulfocianuro, aparece inmediatamente una coloración roja característica.

Conviene mucho que el agricultor se fije en la forma que algunos expendedores emplean para redactar los boletines de garantía, en los cuales suelen, cuando se trata de esta materia, exponer la riqueza en amoníaco con el exclusivo objeto de que figure un número mayor del que figuraría si se consignase la riqueza en ázoe ó nitrógeno.

En este caso, un sencillo cálculo de proporciones permitirá al comprador capacitarse de la cantidad de nitrógeno á que equivale la cantidad ó tanto por ciento de amoníaco que se consigna en el boletín de garantía, partiendo de un dato cuya explicación técnica no es de este lugar, ó sea la relación que existe entre el cuerpo, compuesto de hidrógeno y nitrógeno que llama la química amoníaco, y el nitrógeno, ó sea uno de sus componentes: esta relación es de 14 á 17, ó bien en 17 de amoníaco hay 14 de nitrógeno. Sabido esto, si se nos ofrece un sulfato con la garantía de 24·85 por 100 de amoníaco, formularemos la siguiente pregunta: Si en 17 de amoníaco hay 14 de nitrógeno, en 24·85 de amoníaco ¿cuánto nitrógeno hay? Bastará multiplicar 24·85 por 14 y el producto 348 dividirlo por 17; el cociente que resulte, 20·47, es el nitrógeno equivalente á 24·85 de amoníaco.

En nuestro concepto, el expendedor de buena fe debe consignar clara y concretamente el tanto por ciento de ambas materias, diciendo: sulfato

amónico de tanto por ciento de amoniaco equivalente á tanto por ciento de nitrógeno. De esta manera se evitan dudas y suspicacias que el comprador no es fácil resuelva por sí solo, á pesar de la extremada sencillez de estos razonamientos.

La producción de sulfato de amoniaco en el mundo durante los años 1898 y 1899, según datos tomados de la revista ya citada en el curso de estas nociones (1), y expresada en toneladas métricas, es la siguiente:

PAISES	1898	1899
Inglaterra. . . . .	196.500	202.000
Alemania. . . . .	100.000	105.000
Estados Unidos. . . . .	49.000	52.000
Francia. . . . .	35.000	36.000
Bélgica. . . . .	30.000	32.000
Austria, Polonia y otros países.	30.000	30.000
	<u>440.500</u>	<u>457.000</u>

El valor de la producción universal en 1899 representa próximamente 128 millones de francos, al precio medio de 280 francos la tonelada.

Inglaterra produce la mitad del sulfato de amoniaco que se consume en todo el mundo, y, por consiguiente, el mercado inglés es el regulador de los precios de esta materia fertilizante.

Las oscilaciones que han experimentado estos precios en el período de treinta años son considerables: desde 20 francos los 100 Kg. en 1897 hasta 57 francos igual unidad de peso en el año 1882.

(1) *Journal d'agriculture pratique*, de 11 de abril de 1901.



La fabricación de sulfato amónico en España ha tomado algún desarrollo desde hace algunos años; pero no tiene, ni con mucho, la importancia que debiera, dado el consumo relativamente grande que la agricultura nacional hace de esta substancia; y no es que falten fuentes de producción de donde obtener la primera materia, tanto en las numerosas fábricas de gas actualmente establecidas, como en las letrinas y cloacas, en que, por falta de un aprovechamiento inteligente, tanto elemento fertilizante se pierde con detrimento de nuestra principal riqueza. No menos importantes que aquéllas son los grandes yacimientos de turba de nuestro litoral de Levante, utilizables, como ya hemos dicho, para la extracción de aguas amoniacaes; pero á excepción del primer manantial, ó sea las aguas procedentes de la fabricación del gas, el aprovechamiento de las dos últimas, letrinas y turbas exige, la primera, concesiones especiales, y una y otra la inversión de capitales considerables, no siempre fáciles de encontrar en un país en que el espíritu industrial no brilla por sus grandes iniciativas.

La escasez de producción de esta substancia determina un movimiento de importación cada vez mayor, como lo comprueban los datos de exportación de sulfato amónico de Inglaterra, á diferentes naciones, y entre ellas á España, durante los años 1894 á 1899, ambos inclusive, cuyas cifras no representan la totalidad de la importación en cada uno de esos años, pues una buena parte del comercio nacional de primeras materias compra de preferencia el sulfato procedente de Francia; y sobre todo de Bélgica, por ser de una mayor pureza y una riqueza en nitrógeno que no baja casi nunca de 20'5 por 100.

Las cantidades de sulfato procedentes de Ingla-

terra durante los años que se expresan, son las siguientes:

	Toneladas
Año 1894. . . . .	17.408
» 1895. . . . .	22.153
» 1896. . . . .	20.982
» 1897. . . . .	27.185
» 1898. . . . .	31.482
» 1899. . . . .	38.275

Como se ve, si se exceptúa el año 96, en que hubo una pequeña baja en la importación, en los demás años ha ido siempre en aumento, lo que prueba la saludable reacción que, siquiera sea lentamente, se va operando en la clase agricultora hacia el empleo de los abonos químicos, ya solos ó ya asociados á los estiércoles. Por los datos apuntados en el capítulo en que nos ocupamos del nitrato de sosa, respecto al consumo de esta substancia, comparado con el que se hace de sulfato amónico, vemos que el segundo obtiene una marcada preferencia sobre el primero. El nitrato es inmediatamente utilizable para la planta en la época de su desarrollo, y el sulfato no resulta realmente un alimento ó no produce todo su efecto, sino después de su nitrificación total ó parcial, es decir, cuando se ha transformado en nitrato de cal, en todo ó en parte; de aquí se deduce que siendo indispensable para este proceso de nitrificación la presencia del elemento calizo, deberá, en los terrenos que carezcan de este elemento, emplearse el nitrato con preferencia al sulfato; resultando de este criterio comparativo, que el sulfato es, comparado con el nitrato, un abono azoado de más larga duración, y deberá empleársele de preferencia al nitrato en los cul-

tivos de otoño, á los cuales suministrará progresivamente el nitrógeno de que el suelo carece, debiendo recurrirse al nitrato, en los cereales especialmente, en la época en que la vegetación entra en el período de actividad y de energía asimilativa, por decirlo así, en que necesita el alimento ya elaborado y en condiciones de inmediata absorción y asimilación.

En buena práctica agronómica, sería indisculpable error otorgar sin premeditado juicio la preferencia á una de estas dos substancias, sin tener en cuenta condiciones de suelo, clima, cultivo y exigencias vegetativas de las plantas.

De proceder por inducción, no sería, ciertamente, el sulfato amónico, la materia fertilizante preferida por el agricultor; las experiencias de Lawes y Gilbert, en su Granja Escuela de Rothamsted, comentadas por M. Grandeau en su artículo «Les engrais azotés en couverture sur les céréales d'hiver» (1), demuestran la superioridad del nitrato de sosa como abono azoado en muchos casos. A dosis igual de nitrógeno, bajo una ú otra forma, con abonos potásicos y fosfatados idénticos, se ha comprobado que el rendimiento de las diferentes cosechas ha sido superior en los suelos tratados con nitrato; haciendo iguales á 100 los rendimientos obtenidos con nitrato, resulta que, en el cultivo cereal, el obtenido con el sulfato amónico no pasa en el grano de 93 y en la paja de 79.

Para las praderas el rendimiento medio de heno, siendo de 100 con el nitrato, no ha pasado de 85 con el sulfato.

En el cultivo de patatas, durante diez años consecutivos los resultados han sido análogos,

---

(1) *Journal d'agriculture pratique* del 21 de marzo de 1901.



en el empleo comparativo de ambos abonos. Para las remolachas, la media de los resultados de 17 años de experiencias comparativas, ha sido de 76 con el sulfato para 100 con el nitrato.

No obstante estos resultados, el consumo de sulfato sobre el nitrato en España, excede en los últimos años en la considerable cantidad de 20.000 toneladas, lo cual se explica, por una parte, á ser el sulfato el abono azoado que nuestros agricultores vienen empleando de más antiguo, siendo la primera materia que vino á sustituir ó auxiliar á los abonos orgánicos, sobradamente deficientes para las necesidades cada día mayores del cultivo moderno, y por otra parte á la extensión inmensa que en nuestra Península abarca el cultivo del arroz, para el cual el sulfato amónico es insustituible, siendo de gran consideración las cantidades que de esta substancia se consumen en la vegetación del expresado cereal.

---

Ya hemos dicho que las plantas pueden absorber el nitrógeno bajo los tres estados, nítrico, amoniaco y orgánico soluble, no siendo condición esencial que estos últimos tomen la forma nítrica para ser absorbidos y asimilados, como lo demuestran las investigaciones de Macé, Stoklasa y otros.

El sulfato de amoníaco, sal muy soluble, tiene marcada tendencia á disolverse en los líquidos que impregnan la tierra; y existiendo en ésta, en condiciones normales, líquido en cantidad más que suficiente para disolver la expresada sal, debemos considerarla completamente disuelta al poco tiempo de incorporada al suelo.

Esta misma solubilidad induce á creer que puede desaparecer rápidamente, pasando al sub-



suelo arrastrado por las aguas; pero no sucede así, por cuanto el amoníaco es retenido enérgicamente por dos elementos que existen en la tierra en cantidad variable: la arcilla y el humus. La cantidad de álcali retenido por la tierra, es tanto mayor cuanto mayor es la proporción de dichos elementos. Este amoníaco quedaria largo tiempo inmovilizado, si la presencia del elemento calizo no determinara una doble descomposición que da lugar á la formación de sulfato de cal y carbonato amónico; el primero, disuelto en el agua, se difunde por el suelo, y el segundo, que en parte se volatiliza, si bien en proporción variable según la profundidad á que se coloque el sulfato, queda retenido entre las partículas de arcilla y mantillo. Por otra parte, el fermento de la nitrificación obra sobre el carbonato amónico y transforma el amoníaco en ácido nítrico, el cual, obrando sobre el carbonato de cal, forma nitrato de esta base, dejando en libertad el ácido carbónico. Vemos, pues, que por una serie de reacciones en el seno de la tierra, viene á formarse el nitrato de cal, análogamente á lo que sucede con el empleo del nitrato de sosa; pero con la diferencia de la rapidez en el trabajo de transformación ó doble descomposición, rápido cuando interviene el nitrato sódico en la reacción, lento, pero con lentitud variable, según la proporción y estado físico del elemento calizo que existe en el suelo, cuando en la reacción interviene como factor principal el sulfato amónico. Obsérvese, además, que, para obtener resultados favorables con el empleo del sulfato amónico, es indispensable que contenga la tierra carbonato de cal que lo descomponga, dejando en libertad el amoníaco, y arcilla y mantillo que lo retengan hasta tanto se verifique la nitrificación.

La sequedad y humedad excesivas retardan la transformación del amoníaco contenido en el sulfato, y de igual modo sucede con las temperaturas bajas; por eso la nitrificación de dicho álcali es más lenta en invierno, cuya circunstancia le hace insustituible como abono de otoño, en que la falta de vitalidad en la vegetación determina una gran lentitud en el trabajo químico fisiológico de absorción y asimilación.

En primavera y verano, por el aumento de temperatura, secundado de un grado conveniente de humedad, el amoníaco se nitrifica más rápidamente.

Cuando el sulfato amónico se da á la tierra antes del invierno, una gran parte llega hasta la primavera siguiente, bajo la forma amoniacal, al estado de carbonato, por la doble descomposición; y si las tierras tienen suficiente poder absorbente, las aguas no le arrastran bajo esta forma. Pero la parte de amoníaco que se ha nitrificado no se comporta lo mismo: las aguas de lluvia le arrastran á las profundidades, de la propia manera que al nitrato de sosa. Ahora bien: hemos dicho que el aumento de temperatura favorece la rapidez de la nitrificación, de donde se deduce que en los climas cálidos y en tierras francas en que los elementos caliza, arcilla y humus se encuentran en proporciones que podríamos llamar equilibradas, que favorecen la transformación de las sales amoniacaes, las pérdidas de nitrógeno han de ser consiguientemente mayores que en aquellas en que no concurren estas condiciones y los fenómenos de transformación y nitrificación sean más lentos.

En aquellas tierras convendría, pues, aplicar el sulfato de amoníaco fraccionado: una parte, la menor, á la siembra en otoño, y el resto al

comenzar el movimiento de la vegetación, ó sea al empezar la primavera.

En las tierras excesivamente calcáreas no conviene, realmente, el empleo del sulfato amónico; determina una oxidación enérgica que da por resultado una nitrificación rápida, y por consecuencia aumentan las contingencias de pérdida del nitrógeno por el arrastre de las aguas, pues además se caracterizan estas tierras por la poca materia orgánica que contienen, y sus propiedades absorbentes son muy débiles.

Conviene á estas tierras el nitrógeno orgánico, que se va nitrificando gradualmente, de suerte que las plantas pueden apoderarse del nitrato producido á medida que se va formando y antes de que sea arrastrado por las aguas.

Las tierras ligeras, dotadas de gran permeabilidad y de escasas propiedades absorbentes, dejan fácil paso á las aguas que arrastran las sales solubles, lo mismo los nitratos que las sales amoniacales, las cuales se nitrifican rápidamente en estos suelos. La aplicación, pues, del sulfato en estas tierras, debe ser en pequeñas dosis y repetidas, y en el momento en que las plantas entran en el período de actividad, ó sea en la primavera.

Las tierras arcillosas, por el contrario, son poco permeables, retienen fuertemente el agua y están dotadas de propiedades absorbentes enérgicas. Su aptitud para la nitrificación es muy débil, á causa de la dificultad con que el aire circula por ellas. El sulfato que se suministra á estas tierras pasa al estado de carbonato si hay cantidad suficiente de elemento calizo para originar la doble descomposición; si carece de él queda al estado de sulfato; las pérdidas de nitrógeno son, por consiguiente, insignificantes ó nulas, de forma que todo ó casi todo este elemento al estado



amoniaco se encuentra á disposición de las cosechas, bajo su forma primitiva ó transformada en parte en nitrato.

En las tierras ácidas, de brezo, turbosas, etc., no conviene el sulfato de amoníaco; contienen considerables cantidades de nitrógeno orgánico que es fácil movilizar y poner en circulación empleando la cal, procedimiento mucho más económico que el empleo del sulfato, que por otra parte se descompondría con suma dificultad, por la poca aptitud de estas tierras para la nitrificación.

El sulfato amónico ejerce una doble acción por el nitrógeno que contiene y por el ácido sulfúrico, el cual, en presencia de la cal del suelo, forma sulfato de cal, que, arrastrado y disuelto por las aguas, se interpone entre la tierra y obra sobre la potasa que la arcilla retiene al estado inactivo, poniéndola en condiciones de ser absorbida.

Para facilitar la distribución del sulfato amónico, cuando se emplea solo, conviene mezclarlo con yeso, arena ó tierra fina. Nunca debe mezclarse con cal ó escorias de desfosforación, porque estos productos le descomponen. Puede mezclarse con superfosfatos, sales de potasa y toda clase de abonos orgánicos, excepto el estiércol, que origina pérdidas de nitrógeno.

Al tratar de los diferentes cultivos, nos ocuparemos de la aplicación de esta substancia y de las cantidades que conviene emplear.

---

*Otras sales amoniacaes.*—Ya hemos dicho que todas las sales á base de amoníaco que pueden obtenerse por los distintos procedimientos industriales, el sulfato amónico era la empleada casi



exclusivamente como materia fertilizante, por ser la que, á una riqueza considerable, unía la circunstancia de ser de aplicación más económica. Esto no obstante, debemos hacer mención de otras sales amoniacaes que son utilizables también, si bien en condiciones muy restringidas. Entre ellas debemos citar el clorhidrato de amoniaco, nitrato amónico, carbonato amónico, fosfato de amoniaco y fosfato amónico magnesiano.

El clorhidrato de amoniaco, cloruro amónico ó sal amoniaco, que resulta de la saturación del amoniaco por el ácido clorhídrico, es una combinación muy estable, más rica en nitrógeno que el sulfato, contiene 26'16 por 100 de nitrógeno en estado de pureza, puede emplearse como abono para suministrar á las plantas nitrógeno amoniacal, pero su elevado precio no permite su aplicación en condiciones económicas. Esto no obstante, si como producto accesorio de otras industrias se obtiene ácido clorhídrico, el infimo precio á que éste resulta, permitiría usarlo con ventaja al sulfúrico para saturar el amoniaco de las sales amoniacaes contenidas en las aguas de depuración del gas del alumbrado.

El nitrato de amoniaco es una sal sumamente rica en nitrógeno, se encuentra en ella bajo los dos estados, nítrico y amoniacal, y al estado de pureza y completamente seco puede contener hasta 50 por 100 de nitrógeno. Como se ve, es un producto muy concentrado; pero, como el anterior, no puede emplearse en agricultura, á causa de su elevado precio. De poderse obtener con economía, substituyendo el ácido sulfúrico por los nitratos de cal tan abundantes en la naturaleza, en la operación de saturar el amoniaco de las aguas amoniacaes, su aplicación sería conve-

niente, desde el punto de vista de los transportes, por su mismo estado de concentración, bastando cantidades relativamente pequeñas de esta materia para obtener la misma fertilización que con cantidades mucho mayores de nitrato de sosa y sulfato amónico (1).

El carbonato amónico es una sal blanca, volátil, cáustica. Aparte de que su aplicación al cultivo no es económica por su elevado precio, por su propiedad de volatilizarse ocasiona grandes pérdidas de nitrógeno y por su causticidad produce efectos perjudiciales en las plantas. Su riqueza en nitrógeno es variable, según que sea carbonato neutro ó ácido; en el primer caso contiene 42 por 100 de nitrógeno y en el segundo 28'59 por 100.

Otras sales amoniacaes que serian de gran aceptación de obtenerse en condiciones ventajosas, son el fosfato de amoniaco y el fosfato amónico-magnesiano, el primero especialmente por su riqueza en nitrógeno (28 por 100) y la considerable proporción de ácido fosfórico que contiene, que es cerca de 50 por 100. Su acción sobre las plantas es sumamente favorable, pues tanto el

---

(1) Si se tratase, por ejemplo, del cultivo del trigo en regadío en tierras esquilmas, en cuyo caso convendría dar por hectárea de 80 á 100 Kg. de nitrato sódico y de 150 á 200 de sulfato de amoniaco, resultarían necesarios 265 Kg., suma de los términos medios de ambas substancias, ó sean 14'40 Kg. de nitrógeno nítrico y 36'75 Kg. de nitrógeno amoniaco por hectárea. Para dar estas mismas cantidades de nitrógeno bajo una y otra forma respectivamente, bastaría emplear, como puede comprobarse por un sencillo cálculo, 205 Kg. de nitrato amónico, de modo que en la fertilización de una hectárea de cultivo nos ahorraríamos 60 Kg. de peso. Esta ventaja en el peso, aun admitiendo el supuesto de que el precio de coste de esta substancia fuese equivalente al de las substancias substituidas, queda anulada ante el inconveniente que ofrece el tener que dar el nitrógeno nítrico que esta materia contiene, en una época poco apropiada, inconveniente que se agrava por la circunstancia de ser una substancia higroscópica y pasar al estado líquido, cuyo estado aumenta las condiciones de solubilidad, causa eficiente de pérdidas del nitrógeno en las tierras poco permeables.

nitrógeno como el ácido fosfórico se encuentran bajo una forma eminentemente asimilable.

*Materias de origen orgánico.*—Hemos expuesto los principales caracteres y condiciones de funcionamiento y aplicación de las materias fertilizantes con las cuales puede suministrarse á las plantas el nitrógeno mineral bajo sus dos formas, nítrico y amoniacal, y á fin de completar el estudio, siquiera sea con la brevedad á que nos obligan las reducidas dimensiones de este trabajo, de las substancias que se utilizan como abono nitrogenado, nos ocuparemos de algunos que pueden y deben considerarse como abonos industriales, puesto que para ser aplicados al cultivo han de sufrir transformaciones previas que son objeto de industrias más ó menos importantes.

Contienen estas substancias el elemento por que principalmente se utilizan en agricultura, bajo la forma de nitrógeno orgánico, directamente absorbible por las raíces siempre que se encuentre al estado soluble.

Entre ellas pueden considerarse como las más principales la sangre desecada, la harina de carne, los residuos de lanas, las raspaduras de cuernos, los pelos de las tenerías, etc.

**Sangre desecada.**—Esta substancia constituye un abono muy enérgico. La sangre de los animales que se sacrifican para la alimentación—vacas, ovejas, cabras, cerdos, etc.—tiene una composición constante. Según Wolf, contiene las proporciones siguientes de elementos fertilizantes:

Nitrógeno orgánico. . . . .	3'00
Acido fosfórico. . . . .	0'04
Potasa. . . . .	0'06



La sangre fresca contiene 80 por 100 de agua y entran en su composición sosa y pequeñas cantidades de magnesia, cal, ácido sulfúrico, cloro, óxido de hierro, etc.

En este caso puede aplicarse como materia fertilizante, ya sea sola, ya diluída en agua; pero hay que emplearla inmediatamente de extraída de los animales, á causa de su fácil descomposición, que origina el desprendimiento de gases de olor desagradable y aun malsanos.

En lugar de aplicarla á los suelos en estado líquido, se la suele mezclar con materias secas, como turba, serrín y tierra tostada. De esta manera su alteración no es tan rápida, y se emplea en estado pulverulento, esparciéndose en la propia forma que los demás abonos.

También puede aprovecharse la sangre previamente desecada, para lo cual se agita, para que precipite la fibrina, que se recoge y se prensa en forma de tortas que se pulverizan y se da como abono en polvo, ó se incorpora á la sangre ó líquido desfibrinado por la agitación.

Este líquido se somete á la acción del vapor y la albúmina que contiene se coagula. La masa resultante se coloca en sacos de tela y se prensa. En las prensadas fluye un líquido cargado de sales solubles de la sangre que no tiene aplicación, y la materia que queda en el interior de los sacos se deseca en estufas, se pulveriza y se mezcla con la fibrina pulverizada.

El procedimiento de coagular la sangre desfibrinada por el calor, tiene graves inconvenientes, por cuanto, efectuándose en grandes masas, hay desprendimiento de gases infecciosos. Actualmente se verifica la coagulación empleando el sulfato de sesquióxido de hierro ó sulfato férrico, mezclado con ácido sulfúrico y nitrato de sosa. La



coagulación se verifica rápidamente y la masa resulta compacta y elástica; se comprime fácilmente y la desecación se efectúa sin desprendimiento de malos olores. No debe emplearse el sulfato ferroso, pues resulta una pasta blanda, de la cual se separa el agua con gran dificultad.

La sangre desecada que circula en el comercio, cuando está exenta de materias extrañas contiene, por término medio, 10 á 13 por 100 de nitrógeno, 0'5 á 1'5 por 100 de ácido fosfórico y 0'6 á 0'8 por 100 de potasa, con una proporción de agua de 13 á 14 por 100.

Es muy conveniente que el agricultor, al adquirir este abono, que, como se ve, es muy rico en nitrógeno, se cerciore de su riqueza, pues su color negruzco y su estado pulverulento permite falsificarlo con facilidad, mezclándolo con turba, polvo de carbón ú otras substancias inertes. Puede emplearse, cuando está puro, en dosis de 400 á 500 Kg.; en algunos cultivos da excelente resultado, especialmente en aquellos que son propios de zonas cálidas, como el azúcar, el café y el algodónero.

La sangre desecada se valora casi exclusivamente por el nitrógeno que contiene, sin que aumenten su valor las pequeñas cantidades de ácido fosfórico y potasa que entran en su composición.

De lo dicho se colige que no es un abono completo, y por consiguiente no se emplea solo, asociándolo generalmente al negro animal, á los fosfatos, á los huesos frescos, etc.

Este producto se clasifica entre los abonos nitrogenados, cuya apropiación por las plantas no es inmediata; el nitrógeno que contiene, si no todo, al menos el que se encuentra en estado de lenta solubilización, ha de transformarse previa-

mente en nitrato para ser absorbido por las plantas.

**Carne desecada ó harina de carne.**—Para obtener esta materia fertilizante se utilizan los cadáveres de los animales de trabajo y de todos los domésticos en general. Conocidos son de todo el mundo los procedimientos sencillos, pero completamente defectuosos, que los labradores emplean, limitándose á enterrarlos en el estercolero ó directamente en las tierras de labor, dejando marchar á la atmósfera gases que son realmente útiles á las plantas.

Los procedimientos industriales de fabricación consisten principalmente en reducir á trozos los cadáveres de los animales, caballos especialmente, que se colocan en grandes calderas donde se cuecen al vapor durante 12 ó 14 horas; la masa, una vez cocida, está formada de tres partes: la superior, formada de materias grasas, que sobrenada en la superficie y se separa cuando está en reposo, y se utiliza en las fábricas de jabón; un líquido acuoso, que no está desprovisto de materias fertilizantes y contiene pequeña cantidad de nitrógeno y proporción considerable de potasa, y por último, una mezcla de carne y huesos que se recogen separadamente. La carne cocida, empapada algunas veces de ácido sulfúrico diluido ó rebajado, se deseca en estufas y se reduce á polvo.

La composición de las carnes desecadas varía notablemente según la proporción de las materias inertes con que están mezcladas, ya accidental ó ya intencionadamente: la riqueza en nitrógeno oscila entre 9 y 11 por 100, y sube, aunque raras veces, al 14 por 100. Algunos de estos productos circulan en el comercio con una riqueza que no pasa del 7 al 8 por 100 de nitrógeno. Suele

aplicarse como abono en los cereales en dosis de 500 Kg. por hectárea.

En cuanto al aprovechamiento de los cadáveres de los animales muertos de enfermedad infecciosa, y particularmente de carbunco, debe procederse con gran precaución, desechando el antiguo sistema de enterrarlos sin someterlos á tratamiento alguno, pues desde los trabajos del insigne Pasteur sobre la vitalidad de los gérmenes del carbunco, que ascienden á la superficie del suelo y propagan el contagio, se ha comprobado que el enterramiento es á todas luces ineficaz. De aquí el que se haya aconsejado por unos quemar los cadáveres, por otros descuartizarlos y cocer su carne á la temperatura de 100°. Modernamente suele emplearse el procedimiento ideado por M. Aimé Girard, por el que convierte completamente en materia soluble al animal, sin necesidad de descuartizarlo, y determina al mismo tiempo la muerte de todos los gérmenes.

Consiste el procedimiento en disolver en frío, en el ácido sulfúrico concentrado, las materias animales, que se reducen á una papilla espesa. La operación se practica en cubas de madera revestidas interiormente de una lámina de plomo, se emplea ácido sulfúrico de 60°, es decir, bastante concentrado, y se cubren las cubas de manera que se evite que el ácido se diluya absorbiendo la humedad atmosférica; los huesos, la carne y las vísceras se liquidan fácilmente; los cuernos y pezuñas resisten más tiempo. La operación dura, por término medio, 40 ó 50 horas.

La cantidad de materias animales que pueden disolverse en un peso dado de ácido tiene un límite, pues el propio inventor ha observado que, introduciendo en el ácido materias cuyo peso sea el 75 por 100 del peso del ácido, éste pierde de



densidad y su acción disolvente disminuye considerablemente. El procedimiento, pues, exige grandes cantidades de ácido para obtener cantidades muy pequeñas de nitrógeno, puesto que 100 Kg. de carne muerta no contienen más que 2 Kg. de nitrógeno y 1'5 Kg. de ácido fosfórico. No resulta, pues, un procedimiento de fabricación de amoníaco, como algunos han creído: es un procedimiento de disgregación que da á la materia animal un grado de división mayor y una asimilabilidad más rápida. Su principal ventaja no consiste en la fabricación de abonos azoados, sino en la destrucción de cadáveres que pueden constituir verdadero peligro por ser focos de enfermedades infecciosas.

**Residuos de lanas, de peleterías, etc.**—Los residuos de la fabricación de la lana son generalmente ricos en nitrógeno y algunas veces en potasa. La lana en bruto puede considerarse formada de dos partes: lana propiamente dicha, que contiene 17 por 100 de nitrógeno, y el churre, suarda ó jubre, que contiene hasta el 35 por 100 de potasa. Todos los restos de la lana, trapos viejos, pelusa y polvo procedentes del lavado, batanado y peinado de las lanas, contienen cantidades de nitrógeno análogas á las contenidas en otros restos animales; por su mezcla con sustancias terrosas ó inertes pierden considerablemente de riqueza en principios fertilizantes. Cuando estos restos están formados en su mayor parte de pelos, crines, etc., su riqueza en nitrógeno se eleva hasta 13 por 100; pero los productos que circulan en el comercio no contienen más del 3 al 5 por 100 de dicho elemento, con cantidades de ácido fosfórico que varían entre 0'3 y 0'18 por 100.

El batanado de las lanas produce un polvo fino, que se llama polvillo ó *poudrette* de lana, que



contiene los elementos fertilizantes en proporción variable, según los diferentes análisis, como se ve en el siguiente cuadro:

	Petermann	Aubin	Wolff
Nitrógeno. . . . .	3'00	2'45	5'20
Acido fosfórico. . . . .	0'85	0'23	1'30
Potasa. . . . .	0'87	0'74	0'30

Para emplear los residuos de lana, conviene someterlos a una transformación previa, ya dejándolos fermentar en montones que se riegan de vez en cuando, ya sometiéndolos á una desagregación por medio de la cal.

Estos residuos, al estado natural, son de muy lenta descomposición; pero preparados como acabamos de decir, antes de su incorporación al suelo, tienen una acción muy rápida.

La preparación industrial de estos residuos consiste en su cocción, durante algunas horas, con la adición de álcalis, tales como carbonato de sosa ó cal; se emplean también los ácidos sulfúrico y clorhídrico hasta conseguir la disolución completa y se recurre en otros casos á la torrefacción.

En estos últimos años se ha puesto en práctica un procedimiento que consiste en tratar estas materias por vapor de agua á 150° y bajo una presión de 5 á 6 atmósferas. Al cabo de 7 ú 8 horas se obtiene una masa pardusca, soluble en el agua, se evapora á sequedad y resulta un cuerpo brillante, de fractura concoidea.

Los pelos, crines, plumas, residuos de sederías, etc., son de composición bastante análoga á la lana. Los pelos provienen de las tenerías y peleterías; los residuos de crin, sedas y plumas,

de la fabricación de cepillos, edredones, etc. Estos productos en estado de pureza tienen una composición muy parecida; su riqueza varía con la naturaleza y cantidad de las impurezas con que se mezclan: pueden contener hasta 14 y 15 por 100 de nitrógeno y solamente 4, 5 y 6 por 100 cuando son impuros y están húmedos.

Las borras de las tenerías son productos de descomposición muy lenta y conviene tratarlos, antes de utilizarlos, con substancias que los hagan más rápidamente solubles.

Las partes córneas de los animales, cuernos, pezuñas, garras, uñas, etc., suministran también materias fertilizantes. Se obtienen principalmente de las fábricas de botones, peines, calzadores, etc.

Estos productos son muy ricos en nitrógeno y bastante ricos en fosfatos, cuando son puros ó sea cuando no están mezclados con materias inertes. Su valor agrícola depende de la cantidad de nitrógeno; es, por consiguiente, un abono nitrogenado. Los cuernos y las pezuñas contienen de 16.5 á 17 por 100 de nitrógeno. Los productos del comercio no alcanzan generalmente esta cifra y su composición experimenta notable alteración por la presencia de tejidos óseos, lo que hace disminuir la proporción de nitrógeno y aumentar la de fosfatos.

Son substancias de descomposición lenta, por lo que no se emplean directamente; su valor agrícola es tanto mayor cuanto mayor es su estado de división.

Los residuos de peleterías contienen pequeñas cantidades de nitrógeno. Son de muy lenta descomposición cuando se emplean directamente, y á fin de darles un estado de división que acelere aquélla, se someten á la acción del vapor, seguida de la desecación y molienda. Se obtienen así

productos que contienen de 7 á 9 por 100 de nitrógeno y algunas veces pequeñas cantidades de ácido fosfórico. Según Petermann, la riqueza en nitrógeno de estos productos es:

Máxima. . . . .	9.16
Media. . . . .	7.61
Mínima. . . . .	6.84

Se suele pulverizar esta materia por medio de la torrefacción, pero es preferible el empleo del vapor, pues por este procedimiento el producto contiene materia nitrogenada bajo una forma parcialmente soluble, lo cual no sucede cuando se le somete á la torrefacción.

**Residuos de pesquerías.**—Los pescados, residuos y despojos de las grandes pesquerías, después de preparados convenientemente, constituyen un abono muy recomendable por contener en regular proporción nitrógeno y ácido fosfórico.

Para preparar este abono, se limitan, en algunas localidades, á extender sobre las rocas los restos ó despojos de bacalao, como vértebras, cabezas, etc., y los pescados impropios para la alimentación, así como los desperdicios y parte de la carne y huesos de ballenas y otros cetáceos. Experimentan así una desecación y después de secos se muelen; pero es mejor procedimiento la cocción á vapor y desecarlos antes de molerlos.

La disgregación de la masa por el vapor tiene la ventaja de obtener un mayor grado de división, y comunicar una actividad más enérgica al producto resultante. La carne seca de ballena contiene de 8 á 9 por 100 de nitrógeno cuando se le ha extraído la grasa; si contiene grasa, su riqueza en nitrógeno es de 14 á 15 por 100. Los huesos



encierran 3'5 por 100 de dicho elemento y 24 por 100 de ácido fosfórico.

De aquí se deduce que es un abono de composición muy aceptable por la proporción relativamente considerable en que entran estos dos elementos; pero tiene el defecto de ser sumamente lento en su descomposición, no conviniendo á ciertos cultivos que requieren fertilizantes de rápida asimilación.

Asociado á sustancias químicas, se obtiene un abono que produce excelentes resultados, sobre todo en los trigos de regadío, á los cuales conviene aplicar el abono de pescado unido á peso igual de abono mineral.

El encalado aplicado inmediatamente después de dar dicha mezcla, aumenta la rapidez de sus efectos.

Para terminar el sucinto estudio que hemos hecho de las materias de origen orgánico que pueden emplearse ventajosamente como fertilizantes, previas las transformaciones á que la industria las somete, para darles condiciones de fácil descomposición y asimilación relativamente rápida, haremos algunas indicaciones respecto á su aplicación, á las diferentes tierras y á las épocas más convenientes de su empleo.

Hemos consignado antes de ahora que el nitrógeno orgánico es absorbido directamente por las raíces siempre que se encuentre en estado soluble, y así lo comprueban las recientes observaciones de Stoklasa sobre la acción del *Bacillus Megatherium* (1), «el cual transforma en estado soluble, la materia orgánica nitrogenada del mantillo, en cuyo estado es absorbido por las raíces.

---

(1) *Tratado de abonos* (2.<sup>a</sup> edición), por D. Bernardo Giner Aliño, pág. 27.



Por este solo hecho la acción del bacilo es sumamente beneficiosa para los cultivos, puesto que las substancias nitrogenadas insolubles del mantillo las convierte en solubles en el agua y, por lo tanto, rápidamente utilizables por las plantas».

De aquí se deduce que, siendo este bacilo un organismo aerobio, ó sea que necesita para vivir la presencia del oxígeno del aire, no tendrá condiciones de vitalidad en aquellas tierras en que, por su gran compacidad ó por un estado de humedad excesiva, la circulación del aire se verifica con gran dificultad, y, por consiguiente, la solubilización de la materia orgánica se realizará con una lentitud extrema, y las cantidades de nitrógeno orgánico al estado soluble serán mínimas ó nulas. En estos terrenos y en circunstancias tales, la única forma de que las plantas absorban el nitrógeno es la nitrificación ó transformación de las materias nitrogenadas orgánicas en nitratos; pero precisamente, en estas tierras en que predomina el elemento arcilloso, el fenómeno de la nitrificación se verifica con una gran lentitud, persistiendo en ellas los abonos orgánicos nitrogenados bajo la forma primitiva no asimilable, durante muchísimo tiempo, sin que los vegetales puedan utilizarlos, á no ser en fracciones pequeñas y quizá deficientes para las necesidades de su nutrición y desarrollo.

Pudiera creerse que un medio de subsanar los inconvenientes de semejante lentitud en la transformación de la materia pudiera ser la acumulación de grandes cantidades de abonos nitrogenados, destinados á obrar más activamente á largo plazo; pero primeramente, la acumulación de estas materias nitrogenadas en un medio poco permeable, pudiera producir un verdadero foco de putrefacción, que seria perjudicial á la germi-

nación de las semillas y á la vegetación de las plantas (1). No conviene, pues, á las tierras fuertes el empleo de los abonos orgánicos, si se quieren obtener rendimientos elevados, debiendo suministrárseles el nitrógeno bajo la forma de nitrato, del que las plantas hacen necesariamente un aprovechamiento más inmediato, ó bien bajo la forma de sales amoniacaes si se trata de plantas de vegetación relativamente larga, ó que recorren sus periodos vegetativos desde el otoño hasta la primavera siguiente. En las tierras ligeras, por el contrario, su permeabilidad es muy grande y la nitrificación es rápida. Toda la materia orgánica que por la acción del mencionado bacilo no haya sido solubilizada, quedará transformada en un espacio relativamente breve, su aprovechamiento por las plantas será más rápido, pero la acción del abono será también menos duradera. Sus efectos se producirán muy eficazmente sobre la primera cosecha, quedando pocos elementos de fertilidad para la siguiente, y de aquí la conveniencia de suministrar á estas tierras el abono en pequeñas dosis, á no ser que para su ferulización se acuda al empleo de materias orgánicas de una descomposición muy difícil y cuya actividad es mucho menor.

En las tierras francas ó de composición media, cuyas propiedades físicas no participan de los caracteres extremos de las fuertes y ligeras, los abonos orgánicos son retenidos con más intensidad que en las tierras de excesiva permeabilidad, la transformación en nitrato se realiza con más lentitud y la acción de la materia fertilizante puede durar dos ó tres años beneficiando varias cosechas.

---

(1) Muntz y Girard. *Les engrais*. Tomo II, pág. 273.

Unas y otras tierras contienen el elemento calizo, indispensable para el fenómeno de la nitrificación; pero no es la cantidad en que este elemento se encuentra el factor esencial para producir la serie de reacciones que caracterizan aquel fenómeno, sino el estado físico del expresado elemento: las calizas sueltas y permeables descomponen los abonos rápidamente; las compactas, por el contrario, los consumen con mucha lentitud.

De lo expuesto se infiere que la época de aplicar á las tierras las materias fertilizantes que nos ocupan, es variable con la naturaleza de la tierra y la mayor ó menor facilidad de descomposición del abono empleado.

En general, la época más apropiada será antes del invierno, pues dándose al suelo á la proximidad de la siembra, corren las plantas la contingencia de no encontrar elementos alhíbilos que absorber en los primeros periodos de su vegetación, resintiéndose las cosechas por falta de conveniente crecimiento y desarrollo. Esparciendo estos abonos en el otoño, se van nitrificando lentamente y formándose humatos y compuestos amoniacales ú orgánicos, que estarán en disposición de nitrificarse más rápidamente á la aparición de los primeros calores, y la planta encontrará alimento nitrogenado en los primeros momentos de su desarrollo.

No obstante, en el caso de disponer de abonos orgánicos de fácil descomposición, si la tierra es ligera y, por consiguiente, la nitrificación se verifica rápidamente, puede hacerse la distribución del abono después del invierno, en la seguridad de que la planta encontrará el alimento nitrogenado á medida de sus necesidades, evitándose así las pérdidas de nitrógeno que pueden ocurrir



por la acción de las aguas, que pueden arrastrar los elementos disueltos en las transformaciones que tienen lugar durante la época de las lluvias.

No puede aconsejarse el empleo de estos abonos en cobertera, pues su estado insoluble impide que se incorporen al suelo para sufrir en él la descomposición necesaria para su aprovechamiento, pues dicha descomposición se efectúa de una manera muy incompleta si el abono no se incorpora al suelo por medio de una labor que lo mezcle íntimamente á las tierras, presentando así una mayor superficie á la acción del fermento nítrico.

La forma de incorporarlos al terreno varía con el estado mayor ó menor de homogeneidad que presentan. Cuando se han sometido las primeras materias á los procedimientos industriales que se han descrito y reducido al estado pulverulento, la siembra se hace á voleo, mezclándola previamente con materias inertes; puede emplearse para este objeto la cal, que contribuirá á activar el trabajo de oxidación, si bien con ciertas precauciones, pues su acción puede resultar perjudicial en el caso de que el abono contenga amoníaco, lo que puede suceder si ha sufrido alguna fermentación.

Cuando estas materias no están reducidas á polvo y hay que darlas al suelo en la forma que salen de las diversas industrias que las ofrecen como residuos, no se puede obtener una mezcla homogénea, y entonces hay que hacer la distribución con el mayor cuidado posible, debiendo ir detrás del sembrador un operario con una gradi-lla ó rastrillo igualando y deshaciendo los montones que se forman.

Para terminar cuanto se refiere al estudio de los abonos nitrogenados, creemos de utilidad



reproducir á continuación una relación de las principales substancias fertilizantes, su riqueza en nitrógeno, la cantidad necesaria de cada una de ellas para substituir á 100 de nitrato de sosa, y las cantidades que hay que emplear para dar al terreno 100 Kg. de nitrógeno (1):

	Nitrógeno por 100	Cantidades equivalentes a 100 Kg. de $\text{NO}_3\text{Na}$	Cantidades necesarias para dar 100 Kg. de N.	Cantidades necesarias para dar 70 Kg. de N.
Nitrato de sosa. . . . .	15'5	100	645	452
Sulfato de amoníaco.. . . .	20'5	76	488	342
Nitrato de potasa (2). . . . .	13	120	770	538
Sangre desecada.. . . .	12	130	834	584
Carne desecada. . . . .	10	155	1000	700
Materia córnea. . . . .	14	111	714	500
Cuero. . . . .	8	194	1250	875
Lana. . . . .	5	316	2000	1400
Estiércol de cuadra.. . . .	0'5	3100	20000	14000
Poudrette. . . . .	1'6	969	6250	4375

Veamos ahora la aplicación práctica que puede hacerse del cuadro precedente. Supongamos que se ofrece á un agricultor sangre desecada como abono nitrogenado. Ahora bien; como el número 12 consignado en la primera columna, no es más

(1) Tomamos esta relación de la obra *Les engrais*, de MM. Muntz y Giraud y teniendo en cuenta que por regla general basta dar al terreno de 60 á 80 Kg. de nitrógeno por hectárea, hemos añadido una cuarta columna en la que constan las cantidades de dichas materias necesarias para dar al terreno 70 Kg. del expresado elemento.

(2) El nitrato de potasa puro contiene 13'86 por 100 de nitrógeno nítrico. El cuadro que reproducimos consigna para esta substancia una riqueza de 11'5 por 100 de nitrógeno; nosotros consignamos 13 por 100, promedio de varios análisis de salitres del comercio verificados por el eminente químico M. Joulie.

que un promedio de la riqueza en nitrógeno de dicha substancia, y la que se le ofrece puede tener más ó menos, debe, en primer lugar, exigir del vendedor la garantía, y en caso de duda recurrir al análisis de la expresada substancia; admitamos que el resultado analítico sea el que el cuadro consigna: la segunda columna nos indica que, dada esta riqueza de nitrógeno, necesitamos 130 Kg. de sangre desecada para substituir á 100 de nitrato de sosa, y que para dar 70 Kg. de nitrógeno por hectarea necesitamos emplear 584 Kg. de dicha substancia.

Estos mismos datos pueden servirnos para calcular el precio á que debemos pagar el abono que se nos ofrece.

Supongamos que el precio en plaza de los 100 Kg. de nitrato de sosa sea 35.50 pesetas, consignado ya en otro lugar de esta obra, que da para el kilo de nitrógeno 2.30 ptas. Si admitimos que se cotice á igual precio el nitrógeno orgánico que el nítrico ó amoniacal, observaremos que, siendo 12 por 100 la riqueza de la substancia, objeto de oferta, no debemos pagarla como máximo, más que á 27.30 ptas. los 100 kilos.

Pero en buena doctrina de economía rural, no puede admitirse que se pague á precio igual el nitrógeno de los abonos orgánicos y el nitrógeno de los abonos minerales, por cuanto éstos son de asimilación más rápida y sus efectos más inmediatos, mientras los abonos orgánicos necesitan transformarse previamente nitrificándose en todo ó en parte; su nitrógeno, pues, como ya hemos dicho, éste, para ser absorbido directamente bajo la forma orgánica, necesita encontrarse al estado soluble, y esta solubilización ya sabemos que se produce en condiciones especiales fisico-químicas, que no siempre concurren armónicamente.

---

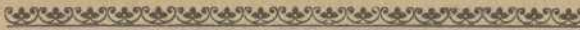
La acción de los abonos animales está subordinada á circunstancias que el agricultor no puede prever ni remediar; el nitrógeno orgánico que contiene puede ser inmovilizado durante un cierto tiempo, y no producir en el momento apetecido los efectos que de él se esperan; hay, pues, mucho de contingente y aleatorio en el empleo de los abonos orgánicos, y esto mismo determina ó debe determinar en las condiciones normales del mercado, una depreciación de su valor, con relación al que tienen las materias minerales, cuya aplicación al suelo puede regularse casi matemáticamente.

No puede, pues, recomendarse el empleo de los abonos orgánicos de cuya obtención industrial nos hemos ocupado, á no ser con la condición de que su precio de adquisición sea menor que el de los nitratos ó sales amoniacales, á lo sumo igual, en aquellos como la sangre desecada, cuya rapidez de asimilación se hace comparable á los abonos minerales, si bien se observa que suele retardar la madurez de las cosechas á que se aplica; pero sería insigne error pagar á ese precio el nitrógeno de algunos productos, como los cuernos y las lanas, cuya descomposición lenta, aplaza su acción sobre la planta y, por consiguiente, el beneficio al capital invertido en su adquisición.

---







## ABONOS FOSFATADOS

---

En este grupo estudiamos las substancias animales ó minerales que se añaden al suelo para dar á las plantas uno de los elementos más importantes de la nutrición vegetal: el ácido fosfórico.

Examinando las partes constitutivas de los vegetales, Th. de Saussure comprobó la presencia constante del fósforo, que encontramos al estado de fosfato en el residuo mineral procedente de la incineración de las plantas. En ningún órgano vegetal deja de encontrar el análisis trazas, por lo menos, de fósforo, que tiene la tendencia á concentrarse en determinados puntos del organismo, especialmente en la semilla. La presencia constante de este elemento induce á pensar lógicamente, que es un factor esencial é indispensable para el desarrollo de los vegetales. Observaciones directas han demostrado plenamente, que en los terrenos que no contienen fósforo, la vegetación es nula. Todas las plantas son exigentes en mayor ó menor proporción de este elemento, el cual contienen combinado al oxígeno, en la proporción de 56 por 100 de oxígeno y 44 por 100 de fósforo, constituyendo el ácido fosfórico, como lo eviden-

cia el siguiente cuadro, que presenta M. Joulie, de las principales plantas cultivadas:

	Producto por hectárea	Acido fosfórico contenido	
Trigo	{ Grano. . . . .	3000 Kg.	} 36'100
	{ Paja. . . . .	5000 »	
Remolachas. . . . .	50000 »		55'000
Patatas. . . . .	15000 »		27'000
Alfalfa. . . . .	12000 »		61'000

En la organización animal, el ácido fosfórico desempeña un papel más importante todavía que en la vegetal, como lo demuestra el hecho de encontrarse en un estado de mayor concentración en todos los tejidos y órganos de la economía animal y constituyendo por sí solo la mayor parte de tejido óseo. La presencia, pues, de este elemento, está íntimamente ligada á la vida orgánica en sus dos aspectos, vegetal y animal.

A él se debe en primer término la buena granazón de los cereales, el aumento de la proporción de azúcar en la vid y en la remolacha y de la fécula en los tubérculos. Esta misma tendencia del elemento que nos ocupa, á concentrarse en los órganos más importantes de las plantas que realmente constituyen el beneficio principal de toda explotación, ó sean los frutos, semillas, raíces, tubérculos, etc., los cuales se extraen en su totalidad del suelo, sin que le sean devueltos para su restitución, obliga al labrador á preocuparse de su incorporación al terreno, en cantidades suficientes á suplir la considerable proporción que las cosechas extraen, y que no sustituimos sino deficientemente con el empleo de los estiércoles, á no ser que se alimente el ganado con grandes

cantidades de sustancias concentradas ricas en ácido fosfórico.

De la combinación de este ácido con diferentes bases, resultan sales llamadas fosfatos, de las cuales las más importantes son los fosfatos de cal con variable cantidad de ácido fosfórico, según que contenga uno, dos ó tres equivalentes de base.

En el primer caso, el fosfato se denomina *monocálcico* ó fosfato ácido de cal soluble en el agua, cuya composición centesimal, cuando es puro y cristalizado, es la siguiente:

Acido fosfórico. . . . .	52.59
Cal. . . . .	20.74
Agua de cristalización y de constitución.. .	26.67
	<hr/>
	100.00

En el segundo caso recibe la denominación de fosfato bicálcico ó fosfato neutro de cal, es casi insoluble en el agua y soluble en el citrato de amoníaco; su composición centesimal es la siguiente:

Acido fosfórico. . . . .	41.27
Cal. . . . .	32.55
Agua de cristalización y de constitución.. .	26.18
	<hr/>
	100.00

Si se calienta á 125°, pierde dos moléculas de agua, y entonces su composición varía, aumentando la proporción centesimal de cal y ácido fosfórico.

En el tercer caso se denomina fosfato básico de cal ó fosfato tricálcico, insoluble en el agua y en el citrato de amoníaco, pero soluble en los ácidos minerales; desecado á una elevada temperatura y calcinado, su composición centesimal es:

Acido fosfórico. . . . .	45'80
Cal. . . . .	54'20
	100'00

La primera materia que la agricultura ha empleado para dar á la tierra el elemento que nos ocupa, son los huesos, aprovechando los desperdicios y recortaduras procedentes de las fábricas de botones y otros objetos. Utilizados en algunas localidades de Francia, y vistos los buenos resultados que se obtenían con su aplicación, se generaliza la costumbre en Alemania é Inglaterra, llegando á tomar en esta última, considerable importancia el consumo de huesos, de los que se extrae primero la grasa, para quebrantarlos después.

Se utiliza más tarde el negro animal, después de servir para la clarificación de las melazas, y se comprueba por repetidas experiencias que, tanto los huesos como el negro animal, deben su poder fertilizante á la acción del ácido fosfórico que contienen.

Posteriores investigaciones dan por resultado el hallazgo de grandes yacimientos de fosfatos minerales en varias naciones, y entre ellas la nuestra, en las provincias de Cáceres y Murcia.

Ultimamente, los perseverantes trabajos de Thomas y Gilchrist, transformando los procedimientos metalúrgicos del hierro, para separar de



los minerales y de la fundición que de ellos se deriva, el azufre y el fósforo, que los hacen impropios para la fabricación de aceros de superior calidad, permiten aprovechar las escorias resultantes, productos que hoy se utilizan por la considerable proporción de ácido fosfórico que contienen.

La agricultura encuentra, pues, á su disposición, diferentes manantiales de este elemento, que estudiaremos brevemente; son éstos:

1.º Los fosfatos extraídos del seno de la tierra, ó fosfatos minerales propiamente dichos, tales como el apatito, fosforita, nódulos de fosfato amorfo y arenas fosfatadas;

2.º Los guanos fosfatados, residuos de guanos cuyas partes solubles han sido arrastradas por las aguas, y en los que el ácido fosfórico queda en un estado de gran concentración;

3.º Los fosfatos de origen animal, ó sea los huesos bajo sus diferentes formas, y el negro animal; y

4.º Los fosfatos metalúrgicos, formados por la concentración de las escorias, del fósforo existente en casi todos los minerales de hierro.

**Fosfatos minerales.**—El fosfato de cal se halla acumulado en diferentes puntos de la costra terrestre, constituyendo verdaderos yacimientos.

Según las regiones y las capas geológicas en que se encuentra, ofrece distinto aspecto. Se presenta constituyendo rocas duras de textura cristalina y recibe la denominación de *apatito*; en masas terrosas que unas veces son sumamente duras y compactas, pero no cristalizadas, y otras casi pulverulentas, y constituyen las *fosforitas*; bajo forma de riñones irregulares ó nódulos, unidos á un cemento formado por sílice, arcilla, magnesia, alúmina, hierro y alguna otra substan-

cia, y al estado de arenas más ó menos gruesas, formando bancos que tienen, generalmente, poca riqueza, por lo que son considerados como los minerales menos importantes desde el punto de vista de su aprovechamiento.

Los apatitos y las fosforitas son minerales muy duros, de aspecto y coloración variables, y están constituidos por el fosfato de cal tribásico asociado casi siempre á los fosfatos de magnesia, de hierro y de alúmina.

El apatito forma rocas de aspecto cristalino, de color blanco lechoso unas veces y otras verdoso con matices variados.

Los únicos depósitos importantes existen en España, Noruega, Canadá y Alemania. En la provincia de Cáceres se encuentra con frecuencia el apatito blanco, verde claro ó morado, empotrado en masas de fosforita, de granito ó de pizarra. La explotación de apatito en esta provincia es mucho menos importante que la de la fosforita. De varios análisis practicados en la Escuela de Ingenieros de Minas, resulta que el apatito tiene una riqueza de 85 á 98 por 100.

El apatito de Jumilla (Murcia) presenta color verde claro y se denomina *esparraguina*. Los fosfatos de Murcia suelen contener un 45 por 100 de fosfato de cal puro.

Los criaderos de fosforita son más numerosos y más extensos que los de apatito. Ocupan el primer lugar los que se hallan en la provincia de Cáceres, y en estos últimos años se han descubierto algunos yacimientos en Andalucía. Las fosforitas más ricas contienen de 70 á 80 por 100 de riqueza; pero lo ordinario es que la proporción de fosfatos no pase de 45 por 100.

Los nódulos ó coprolitos son restos fósiles de animales antediluvianos que contienen, según su

procedencia, de 30 á 70 por 100 de fosfato de cal tribásico.

Desde el punto de vista comercial, los nódulos constituyen el mineral fosfatado de más importancia y el que más contingente ofrece á la fabricación de superfosfatos, á cuya aplicación se presta mejor que los demás minerales utilizables, por el fosfato que contienen, á causa de su poca consistencia y la facilidad con que se dejan pulverizar. Existen yacimientos abundantes de nódulos ó coprolitos en la Rusia Central, en la Carolina del Sur y en la del Norte (Estados Unidos), en la Florida, en Francia, cuyos principales yacimientos son Ardennes, La Somme, Vosgos, Meuse, Côte d'Or y otros, siendo los más importantes los dos primeros, pues se calcula que del departamento de Ardennes podrán extraerse unos 80 millones de toneladas de fosfatos y en La Somme 2.500.000 toneladas.

Este mineral tiene muy poca importancia en España, donde sólo hay algunos yacimientos en la provincia de Badajoz.

Las arenas fosfatadas existen en algunas localidades formando bancos de poca riqueza; la poca cuantía de los yacimientos quita importancia á este mineral desde el punto de vista de sus aplicaciones. En cambio, son muy ricos en fosfato, del que contienen de 70 á 80 por 100, conviniendo, por lo tanto, para la fabricación de superfosfatos ricos.

La producción anual de fosfatos brutos en las diferentes formas que hemos descrito, alcanza cifras considerables.

Del *Journal d'Agriculture pratique* correspondiente al 24 de enero de 1901 tomamos los datos siguientes:

Origen	1893 Toneladas	1899 Toneladas
Florida. . . . .	400.000	650.000
Tennessee. . . . .	»	500.000
Carolina. . . . .	500.000	400.000
Argelia. . . . .	6.000	400.000
La Somme. . . . .	400.000	350.000
Bélgica. . . . .	400.000	200.000
	<hr/> 1.706.000	<hr/> 2.500.000

Como se ve, en la anterior relación no figura la producción de España, que puede calcularse en 1899 en 200.000 toneladas, arrojando un total de 2.700.000 toneladas. El consumo de fosfato bruto molido en el mundo, en el expresado año se calcula en 600.000 toneladas; restada esta cifra de 2.700.000 toneladas, resulta una diferencia de 2.100.000 que se dedican á la fabricación de superfosfatos, obteniéndose próximamente un total de 3.868.000 toneladas de este abono.

**Guanos fosfatado.** -Ya hemos dicho que son residuos de guanos ó resultado de la acumulación, durante muchísimos años, de las deyecciones de aves denominadas *guanaes*, pelicanos, pingüinos, etc., en las costas del Pacífico, guanos cuyas partes solubles han sido arrastradas por las aguas y en los que el ácido fosfórico queda en un estado de gran concentración.

En los guanos propiamente dichos, se encuentran los dos elementos fertilizantes, nitrógeno y ácido fosfórico, y su valor agrícola depende principalmente de la cantidad de nitrógeno que contienen. Pero la proporción de este elemento, á causa de la desaparición de los elementos solubles por la acción de las aguas, puede llegar á ser muy pequeña, y entonces el valor agrícola



depende casi exclusivamente de su riqueza en ácido fosfórico. A estos guanos, que contienen proporciones variables de ácido, según los yacimientos y la mayor ó menor abundancia de lluvias, y cantidades variables también de nitrógeno, se los denomina guanos fosfatados, por el predominio de este elemento.

Pueden emplearse como abono fosfatado, pero es más frecuente destinarlos á la fabricación de superfosfatos, que resultan con una riqueza, por término medio, de 20 á 21 por 100 de ácido fosfórico soluble al agua, y 1 por 100 de nitrógeno fácilmente asimilable.

En ciertas islas del mar de las Antillas, se encuentra un mineral fosfatado que se denomina *guano de roca*, que debe su origen á que los sulfatos solubles del guano arrastrados por las aguas de lluvia, se han infiltrado en las rocas porosas, ordinariamente de formación madreporica, el ácido fosfórico se ha combinado con la cal de esta roca para formar fosfato de cal tribásico, que ha ido poco á poco substituyendo á la caliza.

En otros casos, el fosfato de cal, residuo del lavado que los guanos experimentan por la acción de las aguas de lluvia, forma un conglomerado por su unión y trabazón con cementos ya calcáreos ó ferruginosos, ya orgánicos ó silíceos, produciéndose fragmentos que ofrecen una gran dureza.

De la misma procedencia es un fosfato compacto que se separa difícilmente de las rocas sobre que se deposita; su proporción de fosfato varía, según Wœlcker, desde 36 hasta 80 por 100, y la de carbonato de cal desde 7 á 47 por 100. Según su mayor ó menor riqueza en fosfatos y la poca ó mucha proporción de caliza, así se utiliza ó no para la fabricación de superfosfatos.

**Fosfatos de huesos.**—Los huesos de los animales, y especialmente el polvo de huesos, son una materia fertilizante excelente que contiene nitrógeno y ácido fosfórico. No se emplean los huesos directamente en la agricultura, sino después de sufrir una transformación industrial, ya sea separando simplemente la grasa que contienen, ó sometiéndolos á la desgelatinización, ó después de haber servido bajo la forma de *negro animal* para la clarificación de los jugos azucarados.

Los huesos frescos contienen, por término medio, 20 por 100 de ácido fosfórico, 5 á 6 por 100 de nitrógeno y 4 por 100 de carbonato de cal. Se clasifican por su tamaño y su mayor ó menor grado de dureza; los mayores y más duros se emplean en la fabricación de diferentes utensilios, botones, puños para bastones, mangos de cuchillos, etc. Los otros se utilizan en las fábricas de gelatina y para abono, previas las operaciones de desengrasado ó lavado, torrefacción ó pulverización.

La operación del desengrasado es muy conveniente, pues la considerable proporción de grasa que contienen hace su efecto menos eficaz, porque protege al tejido contra la acción disolvente de los agentes del suelo. Por otra parte, la grasa dificulta la operación de la trituración tan necesaria para utilizar los huesos como abono, pues esta reducción á pequeñísimos fragmentos ofrece la ventaja de poner en contacto de los disolventes una mayor superficie.

Para privar á los huesos de la grasa, se reducen primero á pequeños fragmentos por medio de aparatos quebrantadores, formados por cilindros de fundición provistos de dientes; después se someten á la acción del agua hirviendo, y al cabo

de algunas horas la grasa se reúne en la superficie.

Suelen emplearse también para el desengrasado la bencina ó el sulfuro de carbono. Cuando se emplean estos disolventes, se regeneran por destilación. Desengrasados los huesos por uno ú otro procedimiento, se reducen á polvo por medio de molinos de muelas verticales.

El polvo de huesos contiene de 20 á 26 por 100 de ácido fosfórico anhidro, soluble en los ácidos concentrados, y de 3 á 4 de nitrógeno orgánico.

Suele ser falsificado con cenizas de turba, yeso y residuos de las fábricas de marfil vegetal. Se adultera también con harina de huesos desgelatinados y cenizas de huesos más ricos en fosfatos, pero más pobres en nitrógeno. Estos productos adulterados tienen el mismo aspecto que el producto puro; pero su riqueza en nitrógeno es mucho menor. Según los análisis practicados por Wœlcker en polvos de huesos adulterados, resulta:

	Con harina de huesos	Con marfil vegetal	Con huesos desgelatinados
Nitrógeno. . . .	2.71	2.41	1.23
Fosfato de cal. .	41.49	37.31	55.69

La única manera de precaverse contra el fraude, es el análisis.

Se encuentran frecuentemente en el comercio torneaduras y raspaduras de huesos procedentes de las fábricas de botones y mangos de cuchillo, etc. Su composición es análoga á la del polvo de huesos, constituyen una buena materia fertilizante y se suelen adulterar con raspaduras de marfil vegetal y conchas de moluscos.

La acción del polvo de huesos es tanto más eficaz y rápida, cuanto más finamente pulverizado esté; no debe, pues, emplearse directamente más que la parte que pase á través de tamices finos, reservando las partes gruesas para la fabricación de superfosfatos.

El polvo de huesos, conviene, sobre todo, á las tierras areniscas, siendo muy eficaz también su empleo en las silíceo-arcillosas bien trabajadas. Favorece especialmente el cultivo de cereales y gramíneas de prado; se aplica también á las raíces y tubérculos. Generalmente se reparten de 400 á 600 Kg. por hectárea. Debe aplicarse bastante tiempo antes de la siembra, á no ser que su mayor grado de pulverización permita aplicarlo inmediatamente antes de distribuir la semilla, por su mayor fuerza de asimilación, por la mayor superficie de contacto que ofrece.

Otro medio muy conveniente de emplear esta substancia es, asociado al estiércol, con el cual se estratifica; de este modo se le hace fermentar antes de emplearlo, y si bien por esta fermentación pierde alguna proporción de principios fertilizantes, gana en facilidad de absorción, y su acción es más rápida.

Puede someterse el polvo de huesos á la acción del vapor, y de este modo se obtiene un polvo fino, de efecto más inmediato y superior al de polvo de huesos simplemente triturados, cualquiera que sea su estado de división, porque permite una distribución más perfecta y una buena incorporación al suelo, y el abono manifiesta toda su acción en el espacio de tres ó cuatro años. El polvo de huesos obtenido por este procedimiento, se aplica de la misma manera y en los mismos casos que el polvo grueso de los huesos simplemente triturados.



Estos productos, como puede verse por el análisis, contienen en variable proporción, nitrógeno y ácido fosfórico, y son, por tanto, considerados como abonos fosfatados y nitrogenados á la vez; pero si además de la grasa se les priva de la gelatina ó materia nitrogenada mezclada intimamente á la substancia de los huesos y que tanto dificulta su pulverización, no se les puede clasificar más que entre los abonos fosfatados, pues su proporción de nitrógeno disminuye considerablemente.

La desglatinización se verifica calentando los huesos desprovistos de grasa en recipientes cerrados herméticamente y á una presión de 3 á 4 atmósferas. Sometidos á este tratamiento, los huesos se hacen blancos, porosos y quebradizos, lo cual permite reducirlos á polvo muy fino. Una vez pulverizados, se tamizan.

El polvo de huesos desglatinado del comercio contiene ordinariamente de 60 á 65 por 100 de fosfato de cal y 1 á 1.5 por 100 de nitrógeno. El polvo de huesos completamente desglatinado, á igualdad de riqueza en ácido fosfórico, vale menos que el polvo que no ha sido desprovisto de gelatina.

A fin de evitar los inconvenientes que ofrece la resistencia que presenta el polvo de huesos, sea el que quiera el procedimiento empleado para hacerlo más rápidamente asimilable, resistencia debida á las afinidades químicas del suelo, que son propias de la molécula misma del fosfato de huesos, es preferible, en la generalidad de los casos, someterle á la acción del ácido sulfúrico, para transformarlo en superfosfato de huesos; aunque este procedimiento ha perdido parte de su importancia, desde que se ha aplicado el vapor á la obtención de polvo fino de huesos, cuya acción fertilizante en las cosechas de primavera es

próximamente igual á la que ejerce el superfosfato de huesos. La harina de huesos obtenida por el vapor se aplica de preferencia en las siembras de otoño y generalmente en las tierras húmedas y ácidas ó turbosas.

**Negro animal.**—Es el producto de la calcinación de los huesos en recipientes cerrados, contiene considerable proporción de carbón y se obtiene en grano ó en polvo más ó menos fino. Tiene la propiedad de absorber las materias colorantes, y de aquí su aplicación en la industria para la decoloración y clarificación de los jugos, en los ingenios ó fábricas de azúcar.

Para la fabricación del negro animal, que es muy sencilla, se escogen los huesos grandes y duros, como tibias, fémures, húmeros, etc., que dan mejores productos que los de consistencia esponjosa; no se les limpia previamente, pues los huesos cargados de grasa y materia orgánica dan mejores negros. Se colocan en calderas de hierro fundido y se calienta al rojo; los productos volátiles se condensan y se obtienen aguas de las que se extrae amoníaco. Al cabo de 36 horas cesa el desprendimiento, y después de enfriado se tritura por medio de cilindros acanalados que se separan ó aproximan á voluntad, según la dimensión que se quiere dar á los fragmentos. Por el tamizado se separa un polvo tenue que constituye el negro en polvo.

Estos negros contienen, por término medio, según numerosos análisis:

Carbón y materias orgánicas con cerca de 1 por 100 de nitrógeno. . . . .	10	p. 100
Fosfato de cal. . . . .	78.5	—
Carbonato de cal. . . . .	7.8	—

Así obtenidos, estos productos sólo se utilizan en la industria por sus propiedades absorbentes, y se aplican como abono, cuando, después de empleados en varias clarificaciones, pierden aquellas propiedades.

A medida que se emplea en las sucesivas clarificaciones de los jugos azucarados, va perdiendo su propiedad decolorante y absorbente y se le restituyen estas propiedades con sólo lavarlo y recalentarlo, pudiendo revivificarse unas 20 veces. Pero llega un momento en que ha perdido dichas propiedades, que no vuelve á adquirir, y resulta un cuerpo pesado, de color gris, cargado de carbonato de cal y que pierde todo su valor para la industria azucarera. Este producto es el que se utiliza como materia fertilizante. Su composición, en este estado, es 65 á 75 por 100 de fosfato cálcico, 15 á 25 por 100 de carbonato de la misma base, 5 á 10 por 100 de agua y una proporción mínima de nitrógeno.

Se le adultera con arenas, esquisto, yeso, cenizas, etc. Mr. Petermann ha comprobado un fraude que frecuentemente se comete en Bélgica con el negro procedente de las fábricas de azúcar, mezclándolo con los residuos de la levigación de las vinazas calcinadas que se presentan en masas pulverulentas de color negro y contienen 1'5 por 100 de ácido fosfórico y algunas veces 3'5 por 100 de potasa. Es una adulteración realmente peligrosa, á causa de los sulfuros y cianuros, perjudiciales á la vegetación, que suelen contener estas vinazas.

El negro animal es un excelente abono para las tierras recién roturadas; esto no obstante, debe emplearse con precaución, pues si bien su efecto es inmediato en las tierras ácidas y en las que abunda la materia orgánica, su acción es casi nula en los suelos calizos.



Conviene al cultivo de las gramíneas y de las coníferas; se usa pulverizado, repartiéndolo á voleo, ó mejor todavía mezclado con las semillas humedecidas algunas horas antes de la siembra; de esta manera obra con mayor energía y más rapidez. Se emplean de 4 á 10 hectolitros por hectárea.

Antes de aplicarlo conviene exponerlo durante dos ó tres meses á la acción de los agentes atmosféricos, para que los ácidos carbónico, acético, butírico, láctico, etc., que resultan de la fermentación de las materias azucaradas y nitrogenadas, tengan tiempo de combinarse con el amoníaco y formar sales amoniacaes solubles, y de intervenir en la transformación y disolución del fosfato de cal.

**Escorias de desfosforación.**—Constituye, como ya se ha dicho, un producto secundario de la fabricación de los aceros, y se le designa además con los nombres de fosfatos metalúrgicos, fosfatos Thomas, fosfatos básicos y escorias-fosfatos.

Los minerales de hierro contienen generalmente ácido fosfórico en la proporción de más de 1 por 100. Este ácido, durante el tratamiento del mineral en los altos hornos, se reduce, ó sea pierde su oxígeno, y el fósforo se une al hierro, y forma un fosfuro de hierro, lo cual constituye un inconveniente para la carburación del hierro ó transformación en acero. Antes de esta transformación, precisa, pues, desembarazar la fundición del fósforo que contiene. Para ello se reviste la pared interior de los depósitos ó *convertidores* de piedra caliza y se añade al metal en fusión un 20 por 100 de cal. Esta base se apodera de los ácidos producidos y forma con ellos una verdadera escoria que contiene carbonato, silicato, fosfato y sulfato de cal, hierro al estado de protóxido y



óxido de manganeso. Cuando en vez de la caliza se emplea la dolomía ó mineral de magnesia, la escoria contiene cantidades notables de esta base. Antes de los notables trabajos de Thomas y Gilchrist, esta substancia no tenía valor alguno y más bien constituía un embarazo en las grandes fábricas de acero; actualmente constituye una materia fertilizante de considerable valor agrícola.

A igualdad de riqueza en ácido fosfórico, el valor de las escorias aumenta á medida que se presenta en un mayor estado de división ó más finamente pulverizado. De su mayor finura depende la rapidez de su solubilización y absorción por las plantas.

Para formarse una idea, dice M. Grandeau en su artículo «Producción y consumo de los abonos minerales en el mundo», inserto en el *Journal d'Agriculture pratique*, de 21 de febrero de 1901, del desarrollo progresivo de la fabricación de acero por el procedimiento Bessemer-Gilchrist durante veinte años, bastará fijar la atención en las siguientes cifras que entresacamos de la relación inserta en dicho periódico profesional, sobre la producción de escorias y aceros en Alemania y Gran Ducado de Luxemburgo (1):

Años	Escorias Toneladas	Aceros Toneladas
1879	420	1.782
1884	105.600	440.000
1889	313 200	1.305.887
1894	562.800	2.342.161
1899	953.570	3.973.225

(1) Por tonelada de acero se obtienen sensiblemente 250 Kg. de escorias, ó sea la cuarta parte.

Estas cifras representan más de la mitad de la producción total de Europa.

Actualmente, la producción total de escorias en Europa, pasa de 1.700.000 toneladas, cuya cifra viene á ser próximamente la mitad de la cantidad de superfosfato consumido en el mundo.

El consumo total de escorias en 1899 en España y Portugal se calcula en 4.500 toneladas.

La composición de las escorias de desfosforación varía con el contacto más ó menos prolongado, con la fundición, con la composición de ésta y la naturaleza de la materia caliza ó magnesia empleada para la oxidación del fósforo. Las escorias que se obtienen primero son menos ricas en ácido fosfórico, cuya proporción llega hasta 7 por 100 y menos; las que se obtienen al fin de la operación, contienen, por lo general, de 14 á 18 y hasta 20 por 100. La proporción de cal oscila alrededor de 40 por 100 y la de la magnesia varía con la naturaleza de la roca utilizada para la desfosforación. Las escorias fosfatadas que circulan en el comercio contienen cantidades variables de ácido fosfórico, de 12 á 15 y aun 16 y 18 por 100. La mayor parte del ácido se encuentra al estado de fosfato tribásico; no obstante, el análisis demuestra que una parte, á veces considerable, se encuentra en forma soluble al citrato de amoníaco; generalmente esta proporción no pasa de 2 á 3 por 100, pero llega hasta 9 y 10 por 100. La cal libre ó débilmente combinada de las escorias obra en el suelo como un verdadero encalado, si bien una parte de esta cal se encuentra al estado de silicato y, por consiguiente, inactiva.

Se han verificado numerosas experiencias para establecer el valor agrícola del ácido fosfórico de las escorias, comparativamente con el de los demás abonos fosfatados, resultando unas veces

iguales y hasta superiores á los superfosfatos, y otras veces su acción ha sido inferior á la de éstos. Se ha observado que el fosfato de las escorias es mucho más soluble en los reactivos débiles que los fosfatos naturales, y por tanto más fácilmente asimilable, pero no tanto como los superfosfatos, cuya acción es más rápida; en cambio la de las escorias es más lenta y duradera. No debe, por consiguiente, otorgarse una preferencia imprevista ó intencionada quizá á una ú otra de estas substancias. En su elección deben tenerse en cuenta exclusivamente, las necesidades de la planta cultivada y la riqueza del suelo en elementos nutritivos, especialmente en ácido fosfórico asimilable. Cuando se quiera que la acción del ácido fosfórico sea inmediata, se emplearán los superfosfatos. Si se trata, en cambio, de sostener durante algún tiempo la acción de dicho ácido, puede apelarse á las escorias. La cantidad que se debe emplear depende de la naturaleza del suelo y la finura del polvo de las escorias. Molidas en polvo fino, bastan de 800 á 1.000 Kg. por hectárea; en polvo grueso son necesarios 1.500 Kg.; triturados en granos ó pulverizados al aire, 2.000 á 2.500.

El empleo de las escorias Thomas bien pulverizadas, da buenos resultados en los terrenos turbosos, en las praderas ricas en materia orgánica, en las tierras arenosas y arcillosas, y en general en las pobres en elemento calizo. La existencia en el suelo de una dosis moderada de humus, asegura la eficacia de este abono. Se emplean las escorias para los trigos y demás cereales; se reparten antes ó después de la siembra. Para las praderas, alfalfares, etc., conviene repartirlas en invierno ó al principio de la primavera; para la vid, tabaco, remolacha, patatas, etc., el reparto debe hacerse antes de los primeros cultivos.



**Superfosfatos.** Cuando se someten los fosfatos naturales pulverizados á la acción de los ácidos minerales, se producen reacciones en virtud de las que, una proporción considerable del elemento básico ó calizo, se incorpora al ácido empleado para formar una sal de cal, y otra parte de dicha base queda retenida por el ácido fosfórico, formándose fosfato al estado inmediatamente soluble; la mayor eficacia de las materias fertilizantes en estado de solubilidad, ha aconsejado la conveniencia de solubilizar los fosfatos, originando la industria de los *superfosfatos* iniciada por el eminente Liebig en 1840 y creada por el distinguido experimentador Mr. Lawes en 1842.

Esta solubilización se hace, como hemos dicho, por medio de los ácidos; pero, á fin de obtenerla en condiciones económicas, se emplea más comúnmente el ácido sulfúrico, que á su gran energía reúne la circunstancia del bajo precio á que la industria lo ofrece.

En esta operación se producen varias reacciones, una principal y otras secundarias; por la primera, de los tres equivalentes ó partes en peso que están unidos al ácido fosfórico, formando el fosfato tricálcico ó tribásico que constituye los fosfatos naturales (apatito, fosforitas, nódulos, etc.), dos se combinan con el ácido sulfúrico para formar sulfato de cal ó yeso, y queda un solo equivalente, ó una sola parte en peso de cal combinada al ácido fosfórico, para formar un fosfato monocálcico ó fosfato ácido de cal, que es soluble en el agua, y en condiciones, por tanto, las más favorables para la inmediata utilización del ácido fosfórico.

Esta reacción en la forma enunciada es realmente teórica; en la práctica industrial, no se realiza con la sencillez que acabamos de ver, á causa de la naturaleza compleja de la primera



materia empleada en la fabricación. Los fosfatos naturales están constituidos por una mezcla, en la cual entran, aparte del fosfato de cal, carbonato de cal, fluoruros, óxidos de hierro y aluminio, magnesio y elementos terrosos, arena, arcilla y silicatos diversos. La arcilla y las partes silíceas y terrosas, son productos inertes que para nada intervienen en la reacción.

El carbonato cálcico es fácilmente atacado por los ácidos minerales; una parte, pues, del ácido sulfúrico ataca al carbonato, cuyo ácido carbónico es desalojado de su combinación y se forma sulfato de cal; la magnesia y los óxidos de hierro y aluminio inmovilizan una cierta proporción de ácido, del propio modo que los fluoruros, cuyo ácido fluorhídrico se desprende al estado de libertad. De modo que, además del ácido sulfúrico innecesario para obtener fosfato monobásico, hay un consumo de este ácido que se invierte en neutralizar substancias extrañas, lo que constituye pérdidas que encarecen en cierta proporción los gastos de fabricación; de aquí el esmero de los fabricantes al escoger los minerales que han de utilizar, procurando sean aquellos que contienen menor cantidad de substancias extrañas.

En el resultado de estas operaciones influye, por una parte, el grado de pulverización del fosfato empleado; por otra, la concentración del ácido sulfúrico, y por último la forma de emplear el referido ácido.

Cuanto mayores son las partículas de mineral, más lenta es la acción del ácido, bien por la resistencia que ofrece el mineral á dejarse atacar, bien porque la capa de sulfato de cal que se forma en la superficie, atenúa la acción disolvente del ácido.

El grado de hidratación del ácido sulfúrico debe tenerse en cuenta desde el doble punto de

vista de su acción química y de los gastos de fabricación. En primer lugar, es preciso que contenga una cierta proporción de agua, ya para dar lugar á la formación del fosfato monocálcico, ya para la hidratación del yeso que se forma. En segundo lugar, el ácido concentrado es de un precio muy elevado. El que se emplea para la fabricación, acusa al areómetro Baumé, 53 á 54 grados. Por otra parte, el ácido muy concentrado eleva demasiado la temperatura y ataca la masa desigualmente; el ácido diluido permite una desagregación más completa, ataca menos cantidad de hierro y alúmina, pero, en cambio, se obtienen productos que se desecan con más lentitud.

El ácido debe ponerse en contacto del mineral con toda la uniformidad posible, y vertiéndole poco á poco, á fin de evitar de que un exceso sobre una parte de la masa, dé por resultado la combinación de toda la cal con el ácido, dejando en libertad ácido fosfórico que reacciona muy lentamente sobre las partes de fosfato no atacado para formar fosfato ácido ó monobásico.

Las cantidades de ácido sulfúrico de 53° Baumé necesarias para las diferentes reacciones que tienen lugar, son las siguientes:

Para 100 de fosfato tribásico de cal. . .	93'5
— carbonato de cal. . . . .	145'7
— carbonato de magnesia. . . . .	178'4
— fluoruro de calcio. . . . .	186'5

La composición de los superfosfatos es muy compleja, á causa de las substancias extrañas que acompañan siempre á los minerales que se emplean en la fabricación, y constan generalmente de los cuerpos siguientes:

Fosfato de cal monocálcico;  
— bicálcico;  
— tribásico no atacado;  
Fosfatos de hierro y alúmina;  
Acido fosfórico libre;  
Pirofosfatos (1);  
Sulfatos de cal y de magnesia;  
Carbonato de cal no atacado;  
Fluoruro de calcio no atacado;  
Acido sulfúrico libre;  
Materias inertes.

Explicada la formación de los sulfatos de cal y de magnesia, del fosfato monocálcico y del ácido fosfórico libre, así como la existencia de ácido sulfúrico libre y de fosfato tribásico de cal, que han permanecido sin reaccionar el uno sobre el otro, vamos á ocuparnos de la formación de fosfato bicálcico y fosfatos de hierro y alúmina, cuerpos que se originan en virtud de un fenómeno especial por el cual, una parte del fosfato hecho soluble en el agua por la acción del ácido sulfúrico, pasa al estado insoluble; este fenómeno se llama *retrogradación* y constituye un hecho que ha sido objeto de grandes controversias entre los químicos y fabricantes de superfosfatos, hasta que los trabajos de M. Millot, Director de la Escuela de Agricultura de Grignon, dieron la explicación de las reacciones que tienen lugar.

En el curso de sus investigaciones observó que 100 Kg. de polvo de fosfato que habían producido,

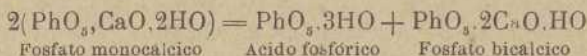
---

(1) Cuando el fosfato empleado es fácilmente atacable por el ácido, la reacción es muy enérgica y puede producirse un desprendimiento de calor tan intenso que de nacimiento á pirofosfatos, sales anhídras y, por consiguiente, poco solubles, cuya producción conviene evitar.

después de su tratamiento por el ácido sulfúrico, 160 Kg. de superfosfato, contenían al final de la operación 15'70 Kg. de ácido fosfórico soluble y 4 Kg. de ácido fosfórico insoluble.

Analizado este mismo superfosfato seis semanas después, su peso se había reducido á 150 Kg. y contenía 9 Kg. de ácido fosfórico soluble y 10'70 de ácido fosfórico insoluble; luego parte del ácido fosfórico soluble se había convertido en insoluble. Este ácido fosfórico, que después de haberse hecho soluble por la acción del ácido sulfúrico, se convierte en insoluble, se llama ácido fosfórico *retrogradado*. Este ácido retrogradado es insoluble en el agua, pero muy rápidamente soluble en el citrato de amoníaco.

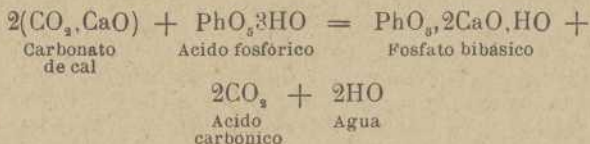
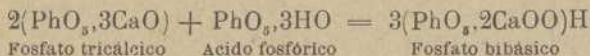
La retrogradación es debida á la acción de la cal y de los óxidos de hierro y de aluminio. El fosfato bibásico de cal insoluble que se forma durante la retrogradación, puede originarse de las tres maneras siguientes (1): por desdoblamiento del fosfato monobásico, una parte del ácido fosfórico queda en libertad y la otra se une á dos equivalentes de cal. Esta reacción que se produce bajo la influencia de la desecación, se explica por la fórmula siguiente:



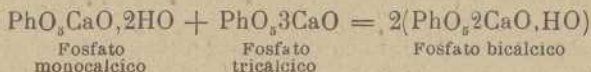
Puede provenir este producto de la saturación del ácido fosfórico libre por el fosfato y carbonato de cal no atacados, como demuestran las fórmulas siguientes:

(1) Muntz y Girart. *Les engrais*. Tomo II, pág 466 y 467.





Y puede, por último, originarse por la reacción del fosfato monocalcico sobre el fosfato tribásico de cal no atacado por el ácido sulfúrico, según se indica en la siguiente igualdad:



No son éstas las únicas reacciones que determinan la retrogradación. Se observa que este fenómeno se acentúa en los superfosfatos que contienen, en proporción considerable, hierro y alúmina. No se ha fijado todavía concretamente el mecanismo de las reacciones que tienen lugar; pero es un hecho constante la mayor insolubilización del ácido fosfórico en los productos que contienen óxido de hierro y de aluminio. Del valor agrícola del fosfato monobásico y del retrogradado ó bibásico, nos ocuparemos luego.

En la fabricación industrial de los superfosfatos, se reducen previamente los minerales al estado de polvo fino, pues, de no ser así, el ácido sulfúrico no ataca a la totalidad del fosfato, y buena parte de él queda en forma insoluble. Después de desecados se someten á la pulverización, que se hace por medio de muelas de granito ó de fundición;

cuando los minerales son muy duros, conviene triturarlos antes por medio de quebrantadores. La materia pulverizada pasa á los tamices, el polvo fino pasa inmediatamente á los aparatos malaxadores, y el grano más ó menos fino que queda sobre las cribas vuelve á las muelas para sufrir una nueva pulverización. Obtenido el polvo, se somete á la acción del ácido sulfúrico en recipientes cerrados, y los vapores que se desprenden, ácidos carbónico y fluorhídrico, fluoruro de silicio, ácido sulfuroso y algunas veces yodo, son recogidos por aspiradores que los conducen á un recipiente que contiene cok húmedo, y después se desprenden á la atmósfera, evitando de este modo que los obreros respiren dichos gases, que son muy perjudiciales. El producto pastoso que resulta, se solidifica formando bloques que se reducen á polvo fácilmente.

Puede fabricar el superfosfato el mismo labrador, sin el auxilio de artefactos costosos; pero nada hemos de decir de los sencillos procedimientos que puede emplear, pues en la actualidad ha pasado la oportunidad ó conveniencia de esta fabricación en las casas de labor. Hace algunos años, el precio de los superfosfatos era excesivo, y la economía que el labrador reportaba fabricándolos por su cuenta, llegaba y aun pasaba del 50 por 100; pero hoy el precio de los superfosfatos ha bajado considerablemente, y los industriales, sobre todo los que fabrican, además, el ácido sulfúrico, ofrecen los superfosfatos de diferentes riquezas á un precio que no excede al de coste que le resultaría al labrador.

Por otra parte, la operación, como ya hemos dicho, no es difícil, pero exige mucha práctica y gran conocimiento del asunto para obtener un producto acertado. El exceso de ácido sulfúrico

determina la formación de ácido fosfórico libre, y el producto es muy higrométrico; en cambio, si se emplea poco, queda mucho fosfato sin atacar.

**Superfosfatos enriquecidos.**— Pueden obtenerse superfosfatos muy ricos en ácido fosfórico, empleando para su preparación este ácido, en vez del ácido sulfúrico. Atacando al mineral de fosfato pulverizado, por el ácido fosfórico, se verifica una reacción semejante á la que hemos dicho se realiza con el ácido sulfúrico, y se obtiene fosfato monocálcico; para llegar á este resultado, es preciso emplear doble cantidad de ácido fosfórico, que la que contiene el fosfato empleado. El ácido fosfórico que ha de emplearse en la reacción, se obtiene tratando fosfatos naturales poco ricos y se atacan por suficiente cantidad de ácido sulfúrico, para que toda la cal pase al estado de sulfato, y el ácido fosfórico desprendido se diluye en el agua contenida en recipientes apropiados. El líquido recogido contiene de 7 á 8 por 100 de ácido fosfórico y se lleva á los aparatos de concentración. Los panes que salen de los filtros-prensas, se lavan con agua para disolver el ácido fosfórico que todavía contienen, y las aguas resultantes se utilizan en nuevos lavados, evitando así toda pérdida. La concentración del ácido se hace en estufas ú hornos revestidos de plancha de plomo.

Esta preparación de superfosfatos ricos se lleva á cabo en las minas de Aldea-Moret, provincia de Cáceres, donde se aprovechan dos clases de fosfatos de muy poca riqueza, unos de ganga silicea, y otros de ganga caliza. Los primeros se destinan á la fabricación del ácido fosfórico y exigen poco ácido sulfúrico; los segundos son á propósito para ser atacados fácilmente por el ácido

fosfórico. Se fabrican así superfosfatos de 30 á 35 por 100 de ácido fosfórico soluble.

La primera materia que la industria de los superfosfatos emplea de preferencia, es de origen mineral, ó sean las diferentes substancias que antes de ahora hemos enumerado; suelen emplearse también para obtener superfosfatos, los huesos ya verdes ó frescos ó desgelatinados, ó negro de huesos, y el producto resultante recibe la denominación de superfosfatos de huesos. La retrogradación es menos sensible en este superfosfato. Su riqueza en ácido fosfórico soluble en el agua, oscila entre 13 y 16 por 100, y apenas se encuentran 5 décimas á 1 por 100 á lo más, de ácido retrogradado. Cuando los huesos empleados no son calcinados, contienen de 1 á 2 por 100 de nitrógeno.

Ahora bien: conviene examinar si la fabricación de los superfosfatos de huesos responde á una verdadera necesidad. A este propósito, dicen los Sres. Muntz y Girart lo que sigue: «Nosotros opinamos que no; los huesos bajo diferentes estados son por sí mismos asimilables, cuando se reducen á un grado de finura suficiente; es cierto que la acción del ácido sulfúrico aumenta esta aptitud de asimilación; pero en proporción tan escasa que no guarda relación con el sacrificio pecuniario que exige esta transformación, y en nuestro concepto es mejor emplear directamente los huesos perfectamente triturados ó pulverizados, en los cuales el ácido fosfórico se paga á más bajo precio que el de los superfosfatos. No creemos que deba recomendarse la industria de los superfosfatos de huesos.»

**Fosfato precipitado.** - Con este nombre se designan ciertos abonos muy activos, insolubles en el agua; pero solubles en el citrato de amoníaco.



Es un producto secundario de la fabricación de colas y gelatinas. La materia primera (huesos) está formada de una parte mineral, rica en fosfatos, y de una parte orgánica nitrogenada que se transforma en gelatina después que ha sido separada de la materia mineral, por una maceración más ó menos prolongada en el ácido clorhídrico diluído, en el cual es insoluble, en tanto que los fosfatos quedan completamente disueltos. Se decanta el líquido resultante, al que se añade una lechada de cal que forma un precipitado voluminoso, que contiene todo el ácido fosfórico al estado de fosfato bicálcico ó tricálcico, según la proporción de cal empleada, la temperatura mayor ó menor que se produce en la operación y la manera como se opera la adición de la cal. El producto que resulta de esta manipulación es una mezcla de los dos fosfatos; pero debe procurarse calcular la cantidad de cal, de manera que la mayor proporción corresponda al fosfato bicálcico, cuyo ácido, por el hecho de ser soluble al citrato, se paga á precio más alto.

Se obtienen también fosfatos precipitados utilizando el ácido clorhídrico barato, ó sea el residuo de ciertas industrias, en el tratamiento de fosfatos minerales de poca riqueza. La disolución se hace dejando digerir el fosfato reducido á polvo y empapado de agua, en una cantidad de ácido clorhídrico suficiente para disolver el fosfato, se deja depositar las materias silíceas y terrosas que no se disuelven, y se decanta el líquido claro, que se trata, como antes se ha dicho, por la lechada de cal, para precipitar el ácido fosfórico. Durante la adición de cal se agita vivamente la mezcla, á fin de que no haya cal en exceso en contacto con una porción del ácido, evitando así en lo posible la formación de fosfato tribásico de cal. Debe

procurarse el operar siempre en líquidos ácidos, fraccionando la adición de cal de modo que quede siempre ácido fosfórico en exceso, para que reaccione sobre el fosfato tricálcico que se forma. Echando la cal en exceso, se corre el peligro de que se forme casi exclusivamente fosfato tribásico, y además cloruro de calcio por la reacción de la cal en exceso y el cloro del ácido clorhídrico, producto de difícil desecación.

La fabricación del fosfato precipitado es una manera de obtener el ácido fosfórico en un estado de gran concentración. Se presenta bajo forma de un polvo blanco, generalmente muy fino, débilmente aglomerado y de una perfecta homogeneidad. Al estado de pureza contiene 52 por 100 de ácido fosfórico; pero por escrupulosa que sea su fabricación, no se llega á obtener con esta riqueza, pues contiene siempre, en mayor ó menor proporción, diferentes sustancias: cal en exceso, magnesia, carbonatos de cal y de magnesia, óxidos de hierro y aluminio, y agua de interposición.

El comercio ofrece fosfato precipitado con una riqueza de 42 por 100 de ácido fosfórico, pero que está generalmente comprendido entre 36 y 40 por 100. La mayor parte del ácido fosfórico es soluble en el citrato, como el retrogradado de los superfosfatos; el que está bajo forma de fosfato tribásico, es insoluble en este reactivo; aun el bicálcico, cuando se ha preparado ó desecado á una temperatura elevada, se disuelve difícilmente en el citrato, á causa de la textura cristalina que adquiere. Suelen encontrarse en el comercio fosfatos precipitados con una riqueza que no pasa de 15 por 100 de ácido soluble. El ácido que no se disuelve en el citrato está en un estado de división molecular que permite considerarlo como más

activo que el de los fosfatos no sometidos á este tratamiento; pero al adquirir este producto no debe tenerse en cuenta más que el ácido fosfórico soluble é inmediatamente asimilable.

Desde el punto de vista económico, los fosfatos precipitados no tienen importancia en su aplicación como materia fertilizante, pues su fabricación, como producto secundario de otras industrias, está muy limitada y subordinada al desarrollo de las industrias principales, y es de lamentar que así suceda, por cuanto el empleo de los fosfatos precipitados ofrece al industrial y al agricultor mayores ventajas que la de los superfosfatos.

La producción y consumo de superfosfatos en España, durante el año 1899, han sido los siguientes:

Producción.. . . .	15.000 toneladas
Consumo. . . . .	66.000 »

que representan 1.070.000 Kg. de ácido fosfórico.

#### Valor agrícola de los abonos fosfatados (1).

—Todos los fosfatos pueden ser empleados en agricultura para suministrar á las plantas ácido fosfórico, y todos son susceptibles de ser asimilados, en una cierta medida, por el organismo vegetal; pero la facultad de ser utilizados por las plantas varía mucho, según la forma bajo la cual se presente el ácido fosfórico.

Cuando Liebig aconsejó en 1843 solubilizar el ácido fosfórico de los huesos, sometiéndolos á la acción de los ácidos, se acentuó la creencia de que la solubilidad en el agua de un alimento mineral

(1) Dictamen del Comité consultivo de las Estaciones agronómicas.



de las plantas, era la primera condición de su absorción. Los trabajos llevados á cabo en Inglaterra para comparar los efectos de los huesos triturados ó pulverizados y el superfosfato de huesos, dieron por resultado conceder una marcada preferencia á este último y determinar la creación de una industria, que tomó rápidamente grandes desarrollos, sobre todo cuando en la fabricación entraron como primera materia los fosfatos minerales. Como natural consecuencia, el ácido fosfórico que formaba parte de los superfosfatos adquirió un valor mucho mayor que el contenido en el fosfato mineral de que procedía. La nueva industria se propagó velozmente en Francia y Alemania. Pero sobrevino una dificultad imprevista: la retrogradación. El ácido fosfórico perdía gradualmente su solubilidad primitiva en los superfosfatos procedentes de ciertas fosforitas.

Y aquí surge el problema que divide las opiniones de los agrónomos durante mucho tiempo. ¿Qué valor debería asignarse al ácido retrogradado ó insoluble en el agua?

Los agricultores ingleses, fieles á su opinión sobre la solubilidad necesaria de los alimentos de las plantas, se negaron á pagar el ácido insoluble en el agua, no concediendo valor venal más que al ácido soluble, ó sea el que no habia sufrido el fenómeno de la retrogradación; de aquí el que los fabricantes estudiasen con empeño el modo de evitar este fenómeno, ya empleando un exceso de ácido sulfúrico, ya escogiendo de preferencia fosforitas exentas de hierro y alúmina, cuerpos que, según la experiencia, acentúan el trabajo de retrogradación. Alemania aceptó el criterio de Inglaterra. Los agrónomos franceses y belgas admitieron un valor fisiológico igual para el ácido fosfórico al estado de fosfato bibásico, ó sea al



ácido retrogradado ó insoluble en el agua, pero soluble en el citrato amónico, que al ácido fosfórico de los superfosfatos soluble en el agua.

Véamos ahora los fundamentos en que descansan tan opuestas opiniones (1).

Los progresos de la fisiología vegetal sobre la nutrición de las plantas han modificado la creencia general de que la solubilidad en el agua es la condición esencial para que una substancia sea absorbida por las raíces, y, por consiguiente, asimilada por el vegetal. Investigaciones recientes comprueban que las materias salinas más solubles en el agua, pierden su solubilidad en contacto con el terreno, y que estas materias, alimentos de las plantas, se combinan con los elementos del suelo para formar compuestos tan fijos que no pueden disolverlos nuevas cantidades de agua; es decir, que el suelo tiene un gran poder de absorción para estas materias.

Siendo esto así, ¿cómo pueden pasar al interior del vegetal estos materiales convertidos en insolubles? Las experiencias de Graham, Sachs y otros fisiólogos permiten explicarlo por el fenómeno de la *dialisis*, de la manera siguiente: Las membranas de las células de la raíz están bañadas interiormente por un líquido de naturaleza ácida, capaz de disolver, á través de dicha membrana, las substancias sólidas, solubles en dicho líquido, que se encuentra en contacto con la pared externa de la membrana. Esta función, comprobada por numerosas experiencias, en virtud de la cual las materias sólidas del suelo pueden pasar al interior del vegetal sin intervención del agua que baña las partículas terrosas, ha recibido el nom-

---

(1) Llorente: *Los abonos*, pág. 117.

bre de digestión radicular ó digestión vegetal.

No es, pues, condición indispensable para la asimilación de una substancia, el que sea soluble en el agua. Los conocimientos modernos permiten afirmar que los fosfatos bibásicos, y aun los tribásicos, insolubles ambos en el agua, pueden ser, al igual que los superfosfatos solubles en dicho líquido, absorbidos y asimilados por las plantas. Las opiniones de Grandeau y Petermann al conceder al ácido fosfórico soluble en el citrato de amoníaco, un valor fisiológico igual al del ácido fosfórico soluble en el agua, se conformaban, pues, en este punto con los modernos conocimientos de la nutrición de la planta.

Por otra parte, en el tratamiento de los fosfatos naturales por los ácidos minerales, la transformación de un fosfato tribásico en fosfato precipitado, es más completa; da una mayor proporción de ácido fosfórico transformado, es decir, de ácido fosfórico soluble en el citrato amónico, que, reduciendo el mismo fosfato tribásico á superfosfato, ó sea transformando su ácido fosfórico en ácido soluble en el agua, y considerándose hoy, como hemos dicho, de un mismo valor agrícola ambas formas de ácido fosfórico, puesto que el soluble en el agua retrograda y pasa á ser, no soluble en el agua, sino soluble en el citrato, es decir, á ser ácido fosfórico precipitado, resulta que la industria de los fosfatos precipitados promete mayores beneficios al agricultor y al industrial que la de los superfosfatos.

Relacionando ahora los fosfatos que acabamos de comparar, superfosfatos y precipitados, con los fosfatos naturales, debemos tener en consideración que el jugo ácido contenido en las células radicales, disuelve y permite á la planta absorber las materias minerales insolubles en el agua,

como el fosfato bicálcico y los fosfatos tribásicos de cal y fosfatos de alúmina y de hierro, ó sean los fosfatos naturales. Por otra parte, el ácido fosfórico de los superfosfatos, puesto en contacto del suelo, y sobre todo en los suelos ricos en cal, se transforma, según ha demostrado Petermann, en insoluble, ó sea el superfosfato pasa á fosfato tribásico de cal, y por su combinación con los óxidos de hierro y aluminio, en fosfatos de alúmina y de hierro insolubles, ó solamente solubles en los ácidos.

Las anteriores consideraciones y las luminosas experiencias de Schloesing, Stohman y otros, inducen á M. Grandeau á formular la siguiente conclusión: los fosfatos bibásicos y tribásicos son los verdaderos alimentos que la planta encuentra en el suelo. De donde se deduce que los fosfatos naturales son directamente absorbibles y asimilables por las plantas, condición que sólo se ha admitido hasta hace poco tiempo para los superfosfatos.

De lo expuesto se infiere que, en determinadas condiciones, puede substituirse el empleo de los superfosfatos por el de los fosfatos naturales, puesto que los ácidos del suelo y de las plantas ponen al ácido fosfórico de estos últimos en condiciones de ser absorbido y asimilado; pero como estas condiciones de absorbibilidad y asimilabilidad que el ácido fosfórico de los fosfatos naturales adquiere, por la repetida acción de los jugos ácidos, se desarrollan más ó menos lentamente según el grado de división del mineral empleado, de aquí la conveniencia del empleo de los superfosfatos, cuando el efecto que se desea es rápido, puesto que éstos, por la transformación que se opera en el seno de la tierra, pasando al estado de fosfato bibásico y tribásico, adquieren



un grado de división extrema imposible de obtener por los procedimientos mecánicos más perfectos, y, por consiguiente, su absorción se verifica con más rapidez.

Nótese bien que hemos dicho *conveniencia* y no necesidad del empleo de los superfosfatos; efectivamente, puede defenderse la *conveniencia*, pero no la necesidad de este empleo: los superfosfatos pueden ser, en buena práctica agrícola, substituidos por los fosfatos naturales, siempre que se incorporen á la tierra con la debida anticipación y en dosis cinco ó seis veces mayores en el primer año de una rotación ó alternativa.

Los resultados de las experiencias practicadas por M Grandeau le permiten consignar que el fosfato tribásico en polvo fino es el manantial de ácido fosfórico más económico para el agricultor, y se impone la necesidad de llegar á substituir en el gran cultivo con los fosfatos minerales brutos, en polvo, los superfosfatos, infinitamente más caros.

«Mi opinión,—dice este ilustre químico,—fundada en el estado natural de los fosfatos en el suelo, en los conocimientos que poseemos de la nutrición vegetal, y especialmente de la penetración por dialisis de las materias no disueltas del suelo en el interior del vegetal, y, en fin, en las experiencias que he llevado á cabo, convicción absolutamente fijada es, que la industria de los superfosfatos no será duradera; llegará un momento, cuando las nociones exactas sobre la nutrición de las plantas y sobre el papel de las materias fertilizantes se hayan difundido lo suficiente, en que el agricultor inteligente que pueda hacer algunos adelantos al suelo, renunciará completamente á comprar superfosfatos, es decir, fosfatos más una substancia que triplica su precio



y no posee acción fertilizante: el ácido sulfúrico.

»Empleará fosfatos precipitados ó bien fosfatos tribásicos naturales, en polvo fino y á altas dosis, mezclados con los estiércoles, obteniendo á mucho más bajo precio que con los superfosfatos los mismos rendimientos.

»Las regiones ricas en yacimientos de fosfatos tribásicos pueden encontrar en la substitución de los superfosfatos por el empleo directo de los fosfatos tribásicos en polvo fino, una fuente de riqueza agrícola é industrial de primer orden.

»El porvenir parece reservar un papel agrícola importante á los fosfatos minerales, empleados directamente como abono fosfatado, lo contrario de lo que ocurrirá con los superfosfatos, tres veces más caros que aquéllos.»

En cuanto á la acción que los superfosfatos ejercen en ciertos cultivos, como la alfalfa, trébol, etc., recientes investigaciones permiten afirmar que no depende del estado especial de solubilidad en que el ácido fosfórico se encuentra, solubilidad que, como ya se ha dicho, desaparece por el conjunto de reacciones que tienen lugar en el seno de la tierra, sino de la considerable proporción de sulfato de cal ó yeso que el superfosfato contiene, ya procedente de la fabricación ó ya adicionado luego para obtener una desecación más rápida del superfosfato producido, cuya proporción de yeso es más que suficiente para movilizar la potasa, es decir, para descomponer en parte los silicatos del suelo, dejando libre la potasa que se asimila indirectamente, favoreciendo el desarrollo de aquellas plantas que apetecen este elemento con preferencia á los demás.

**Empleo de los fosfatos como abono.**—Según sea la naturaleza de la tierra, así deberá emplear-

se de preferencia, como abono fosfatado, uno de los varios productos que acabamos de enumerar.

La constitución del suelo arable es, efectivamente, un coeficiente que interviene favoreciendo ó dificultando la aptitud de los fosfatos para servir de alimentos á las plantas. «No basta—dice el eminente químico M. Muntz—dar al suelo el ácido fosfórico de que carece: es preciso darselo en la forma que produzca el máximo de efecto.»

Las tierras ácidas, tierras de brezo, turbosas, etc.; aquellas en que la materia orgánica predomina, pueden utilizar los fosfatos minerales al estado de fosfato tricálcico. La acidez de estas tierras, producida por la descomposición de la materia orgánica, obra sobre los fosfatos, que se transforman en rápidamente asimilables, y produciéndose realmente superfosfatos de la propia forma, sin más diferencia que el tiempo invertido en la transformación que se produce en los malaxadores, cuando se pone el fosfato natural pulverizado en contacto de los ácidos minerales.

En dichos suelos, y teniendo en cuenta un factor importante, la parte económica, conviene siempre emplear fosfatos cuyo precio sea poco elevado. Empleando superfosfatos, no sólo aumentaremos innecesariamente los gastos de fertilización, sino que correríamos el riesgo de obtener resultados negativos, á causa de la acidez de la materia fertilizante empleada, que vendría á aumentar la acidez natural del suelo.

Hay otras tierras que son igualmente susceptibles de utilizar los fosfatos naturales, si bien los efectos que éstos producen son muy lentos. Todos los suelos ricos en materia orgánica, aun aquellos que no entran en la categoría de tierras ácidas, están en este caso. La materia orgánica obra, aunque con lentitud, sobre los fosfatos, que llegan

gradualmente á un estado de combinación que facilita su absorción por las plantas. Las tierras arcillosas ó arcillo calizas, en general; las tierras fuertes, en las cuales la circulación del aire es poco activa y retiene con energía la materia orgánica, se benefician, si bien en pequeña proporción, á expensas de los fosfatos naturales, resultando más conveniente, sobre todo para cosechas de vegetación rápida, el empleo de los superfosfatos, pues la extrema difusibilidad del ácido que contienen compensa en parte la deficiencia de la tierra arcillosa, en que tan premiosa es la circulación del ácido carbónico y de los carbonatos alcalinos y alcalino-térreos.

Los suelos calizos ó siliceo-calcáreos, sobre todo los ligeros y permeables, consumen rápidamente la materia orgánica y son pobres en humus. No conviene á estos suelos el empleo de fosfatos naturales, pues la falta de ácidos dificulta su transformación. Tampoco los superfosfatos dan los mejores resultados en las tierras excesivamente calcáreas, pues el ácido fosfórico pasa rápidamente al estado insoluble, formando combinaciones tribásicas de difícil absorción por la causa antedicha. Conviene á estas tierras el empleo de huesos pulverizados ó los fosfatos precipitados, que contienen el ácido fosfórico en combinación menos soluble, pero suficientemente activa.

En resumen: la práctica, de acuerdo con la teoría, nos demuestra que en los suelos ricos en materias orgánicas, los fosfatos naturales en mayor ó menor estado de división, dan generalmente buenos resultados, y que en los suelos pobres en materia orgánica, con débil proporción de ácido fosfórico, conviene el empleo de superfosfato y fosfato precipitado, ó sea los fosfatos en estado de más rápida asimilación.



Los superfosfatos del comercio se emplean sin ninguna preparación; pero para repartirlos se les puede mezclar previamente con tierra ó serrín, pero nunca con substancias que contengan cal, porque disminuyen la solubilidad del ácido fosfórico y dificultan su fácil difusión y acción rápida.

Se emplean en dosis de 300 á 500 Kg. por hectárea sobre la remolacha, cereales, etc.

Son eficaces en el cultivo de cereales, pues con ellos aumenta la producción y el peso de los granos: el trigo y el arroz son los más exigentes de este grupo en esta clase de abono; lo son también los tubérculos y raíces, especialmente la remolacha azucarera.

Como se ha dicho repetidas veces, la mayoría de las plantas apetecen este abono, por ser el ácido fosfórico elemento esencialísimo de la nutrición vegetal y, sobre todo, de la fructificación; pero sus efectos no tienen la deseada virtualidad, si no se asocia á los abonos nitrogenados; el empleo exclusivo del ácido fosfórico sólo conviene cuando el suelo es muy rico en materia nitrogenada ó está abundantemente estercolado. Cuando el suelo es rico en humus, puede prescindirse del abono nitrogenado; pero entonces conviene añadir sales de potasa á los superfosfatos. Esta mezcla es conveniente también para los viñedos, forrajes verdes y praderas. Del propio modo que el empleo exclusivo de los fosfatos no da los resultados que se observan cuando se mezclan con los abonos nitrogenados, el empleo único de estos últimos sin el concurso de aquéllos, produce una vegetación rica á veces en desarrollo foliáceo, pero raquítica en cuanto al fruto, como lo evidencian las experiencias de Lawes y Gilbert, que oportunamente se han citado.



Ya hemos dicho que pueden substituirse los superfosfatos por los fosfatos naturales, finamente pulverizados, cuando su acción no deba ser inmediata, siendo su aplicación muy conveniente en los terrenos ricos en materia orgánica y en los que escasee el elemento calcáreo.

Pueden aplicarse de tres maneras: distribuyendo directamente el polvo en el terreno antes de la siembra, estratificándolo con el estiércol ó extendiéndolo sobre las camas en el establo para que se asocie á las deyecciones de los ganados, siendo este último el procedimiento mejor. Se emplea en la proporción de un kilogramo por día y cabeza de ganado mayor, lo que representa por cada 20 cabezas un gasto anual de 300 ó 400 pesetas.

En cuanto á la aplicación de los fosfatos, ó época de distribuirlos en el terreno, debe tenerse en cuenta que estos abonos se estacionan en las capas superficiales á merced de las raíces, sin que vayan á perderse en las capas interiores del terreno sino en muy pequeñas cantidades. Se comprende así que deben darse al terreno con alguna anticipación, á fin de que adquieran el grado de solubilización necesario para su mejor asimilación, en la época en que la planta necesita de este elemento con preferencia á los demás.

En los cereales, se echará antes de la siembra, enterrándolo con la labor preparatoria; para la viña, olivo y árboles frutales, en otoño ó invierno; para el naranjo, antes de las labores de invierno.

No conviene distribuir este abono á voleo: su inmediata insolubilización para con el agua, hace que permanezca inactivo para la planta si se deja en la superficie y fuera del alcance de las raíces;

debe, pues, enterrarse á cierta profundidad, de modo que las raíces puedan utilizarlo.

Conviene, antes de distribuirlo en el suelo, deshacer los terrones ó pulverizarlos para facilitar su repartición y aumentar las superficies de contacto.

---

## ABONOS POTÁSICOS

---

La potasa es uno de los elementos más necesarios á la nutrición vegetal y constituye, con el nitrógeno y el ácido fosfórico, la base de una alimentación completa.

La misión que la potasa desempeña como agente de nutrición ofrece una diferencia desde el punto de vista de su circulación en el organismo; en tanto que el animal concentra en sus tejidos, asimila y fija proporciones considerables de nitrógeno y ácido fosfórico, que toma de los vegetales de que se nutre, no asimila, no fija sino cantidades mínimas de potasa que no hacen más, por decirlo así, que atravesar el tubo digestivo, para pasar casi en su totalidad á los productos excrementicios. Desde el punto de vista, pues, de la nutrición animal, la potasa es un elemento de orden secundario; pero, en cambio, desde el punto de vista de la nutrición de los vegetales, constituye una verdadera necesidad, y, en ausencia de este elemento, su desarrollo en condiciones normales es imposible, entrando en la organización de muchas plantas en proporción considerablemente mayor que el ácido fosfórico y el nitró-

geno, hasta el punto de que las cenizas de las plantas son un manantial muy rico de sales potásicas.

Varía al infinito la proporción de este elemento en las diferentes tierras; desde aquellas que son de origen granítico y volcánico y le contienen en cantidades considerables, si bien se encuentra, por lo general, al estado de difícil asimilación, hasta las que son eminentemente calcáreas y la contienen en mínimas proporciones. De aquí la necesidad de recurrir al empleo de los abonos potásicos, á fin de aumentar la fertilidad de las tierras y suministrar á las plantas un alimento esencial á su desarrollo y crecimiento.

En la enumeración de los varios manantiales de sales potásicas, debemos citar las aguas naturales y de riego que aportan al suelo pequeñas cantidades de potasa, para beneficiar la cual sería preciso aprovecharlas en masas considerables, siempre que el origen geológico de las tierras que atraviesan y cuyos componentes de la parte superficial arrastran, fuese apropiado para el enriquecimiento de aquéllas en potasa. Los estiércoles naturales, y especialmente las deyecciones líquidas de los animales herbívoros, devuelven al suelo cantidades relativamente importantes de este álcali, extraído del suelo por las cosechas; los residuos del cuerpo de los animales contienen débiles proporciones: estos manantiales son en realidad muy deficientes para suministrar á las plantas el elemento que nos ocupa, el cual se encuentra en cantidades considerables en el reino mineral, como producto del lavado incesante de las rocas potasíferas por las aguas que depositan en parte la potasa en los suelos por donde pasan. Llegando de esta manera al alcance de las raíces, yendo la parte restante á los ríos y de éstos



al mar, colector natural de materias salinas. De este gran colector pueden extraerse las sales potásicas, concentrándolas después de aislarlas de las sales de sosa y de magnesia.

Las aguas madres de los pantanos que tienen comunicación directa con el mar, contienen grandes cantidades de estas sales y se aprovechan para su extracción.

Lo que artificialmente y en reducida escala hace el hombre en estos pantanos, lo hace la naturaleza dando lugar á grandes yacimientos en los que las sales de potasa, después de depositadas en masas cristalinas por consecuencia de la concentración de las aguas marinas, se han substraído ulteriormente á la acción de estas aguas. Estas formaciones son poco frecuentes y en la actualidad sólo se conocen los yacimientos de Stassfurt-Anhalt en Alemania y algunos otros de escasa importancia, de donde se extraen en provecho de la agricultura grandes cantidades de potasa.

La planta, por su parte, es también un manantial de potasa; para concentrar este álcali difundido en los tejidos vegetales, basta someterlos á una calcinación. Las cenizas vegetales son ricas en potasa y constituyen un buen abono, conocido y empleado desde hace mucho tiempo.

Además de las cenizas, tal como salen de la calcinación ó lexiviadas, se emplean los residuos de las diferentes industrias que transforman la materia vegetal. La fabricación de azúcares, alcoholes, féculas, etc., dejan como residuos soluciones ricas en sales potásicas, que pueden beneficiarse fácilmente.

Las plantas marinas suministran también cenizas que abundan en potasa.

Ciertas materias animales, como el *churre* ó

*suarda* del ganado lanar, contienen este álcali, que se recoge por procedimientos apropiados.

Veamos ahora la manera de extraer y utilizar la potasa contenida en los diversos productos que acabamos de enumerar.

**Extracción y fabricación de las sales potásicas.** La potasa se estudia en Química mineral entre las bases alcalinas y es el resultado de la combinación del oxígeno con el metal potasio. Este, del propio modo que el óxido formado por su combinación con el oxígeno, no se encuentra aislado en la naturaleza, sino al estado de sales generalmente solubles en el agua. Unida á la sílice ó ácido silícico, forma silicatos de potasa insolubles que constituyen parte integrante de las rocas. En las aguas marinas se encuentra al estado de sulfato y de cloruro asociados á otras sales de sosa, magnesia y cal.

Las plantas contienen la potasa, combinada en su mayor parte con los ácidos orgánicos, tártrico, oxálico, málico, etc., que por la calcinación se transforman en carbonato. Las cenizas vegetales contienen potasa bajo la triple forma de sulfato, carbonato y cloruro. En los productos animales se encuentra, aunque en escasa proporción, en estado de concentración y unida á ácidos orgánicos.

De los análisis practicados con las aguas del mar, en el Mediterráneo, Océanos Pacífico y Atlántico, Mar Caspio, del Norte, Azof, etc., resulta que la proporción de potasa por litro oscila entre 0'15 g. y 0'90 g., cantidades excesivamente pequeñas para que puedan utilizarse aquéllas económicamente para la obtención de este álcali.

De aquí la necesidad de acudir al aprovechamiento de las aguas madres de los pantanos salados, ya por el procedimiento intermitente de

M. Balard, verdadero creador de esta industria, ó ya por el procedimiento continuo de M. Merle, con el que, por sucesivas concentraciones y enfriamientos rápidos que originan dobles descomposiciones, hasta formarse un cloruro doble de magnesio y de potasio, que se aísla casi en su totalidad por el intermedio del agua fría, que disuelve todo el cloruro de magnesio y una cuarta parte próximamente del de potasio. Por este procedimiento, un metro cúbico de aguas madres con una densidad de 38° Baumé, puede dar 10 Kg. de cloruro de potasio.

Se extrae la potasa de las plantas marinas que se utilizan para la obtención del yodo, que constituye el producto principal de esta industria; recogidas y desecadas en la misma playa, se incineran; 100 Kg. de materia dan, una vez desecados, 15 Kg. de cenizas, que se someten á lavados metódicos y á sucesivas concentraciones por evaporación, con lo que se consigue aislar el cloruro de potasio, que cristaliza por enfriamiento. El depósito que se forma es una mezcla de sulfato de potasa y cloruro de sodio, que se separan también por repetidos lavados en agua fría. El yodo queda en las últimas aguas.

Esta industria tenía bastante importancia hasta hace algunos años en Francia é Inglaterra; pero la extracción del yodo del salitre de Chile por una parte y de otra los grandes desarrollos que ha tomado en Alemania la explotación de sus yacimientos de sales potásicas, hacen una concurrencia ruinosa al aprovechamiento industrial de las plantas marinas.

Los productos vegetales son otra fuente de potasa, que se beneficia extrayendo este álcali de las cenizas de las maderas. La proporción de potasa en estas cenizas es muy variable; está com-

prendida entre 10 y 25 por 100 de cenizas puras. La mayor parte de esta base, unida en los órganos de la planta á los ácidos orgánicos, se encuentra en las cenizas al estado de carbonato.

Las cenizas de las leñas quemadas en nuestros hogares ó chimeneas, no sirven, generalmente, para la extracción de la potasa, y se utilizan directamente como abono ó en la confección de lejías para el blanqueo de las ropas.

Los métodos empleados actualmente consisten en producir la incineración con una corriente moderada de aire, á fin de evitar las pérdidas por arrastre, y en dejar á las cenizas su forma pulverulenta para facilitar su tamizado.

La lexiviación se efectúa en cubas de doble fondo, aprovechando, para la separación de las sales que dichas cenizas contienen, la mayor solubilidad del carbonato de potasa; el cloruro y el sulfato, para ser extraídos, necesitan repetidos lavados. Estos productos presentan grandes diferencias de composición: si se utilizan en la industria, su valor depende del grado alcalimétrico; cuando se emplean en agricultura, conviene dosificar la potasa total.

Se obtiene también este elemento fertilizante de las vinazas procedentes de la destilación de las melazas en las fábricas de azúcar. La densidad de estas vinazas es de 4° Baumé. Se neutraliza la acidez por medio del carbonato de cal, se evaporan á sequedad y se carboniza el residuo, que recibe la denominación de *salinos* de remolacha.

Los salinos más ó menos calcinados se presentan bajo forma de una materia porosa, y conteniendo, por término medio, 35 por 100 de carbonato potásico; al estado bruto pueden emplearse directamente como abono.



Calcinando las heces del vino y las vinazas se producía, hasta hace algún tiempo, carbonato potásico, que recibía la denominación de potasa granulada; pero en la actualidad resulta más ventajoso emplear el bitartrato potásico en la fabricación de ácido tártrico, en la cual queda como residuo, en las aguas madres, potasa al estado de cloruro, que se obtiene por evaporación.

El único producto de origen animal de que puede extraerse la potasa en proporción considerable, es el churre ó suarda del ganado lanar. La secreción de las glándulas de la piel origina por concreción una substancia grasa, untuosa y de olor fuerte, que se deposita sobre el vellón; es un jabón á base de potasa, que, calcinado, da carbonato de potasa casi puro.

Las aguas procedentes del lavado de las lanas se someten á la evaporación, y el producto resultante se destila en retortas; el amoníaco que se desprende se recoge en ácido sulfúrico, para formar sulfato amónico. El residuo carbonoso que queda en la retorta, se lexivia, y queda una mezcla ó salino cuya composición es la siguiente:

Carbonato de potasa. . . .	86·8	por 100
Cloruro de potasio . . . .	6·2	»
Sulfato de potasa. . . . .	2·8	»
Silice, cal, magnesia, etc..	4·2	»

Las aguas del lavado de las lanas pueden obtenerse de dos maneras: del lavado en vivo, en cuyo caso se emplea una cantidad considerable de agua, siendo preciso invertir mucho combustible para concentrar por evaporación; resulta

preferible aprovechar las aguas en el riego ó para humedecer los estiércoles.

Es más conveniente el lavado de la lana después del esquila, y pueden obtenerse líquidos concentrados. La potasa resultante se dedica á la fabricación de jabón ú otros usos industriales, á no ser que el kilogramo de potasa resulte próximamente igual al de la potasa procedente de las substancias minerales.

La explotación de las rocas feldespáticas, tan abundantes en la naturaleza, pudiera ser en el porvenir un manantial considerable de potasa. Diferentes veces se ha intentado utilizarlas con este objeto, con mas ó menos éxito, tratando estas rocas pulverizadas por el ácido sulfúrico, que, merced á un largo contacto, forma sulfato de potasa, y sulfato de alúmina, cuya combinación forma un alumbre de potasa; ó por medio de la cal cáustica, que, en contacto del feldespato y calcinando, se apodera de la sílice y deja en libertad la potasa; ó por el ácido fluorhídrico, que ataca enérgicamente los silicatos, elimina la sílice al estado gaseoso, bajo la forma de fluoruro de silicio, y se obtiene la potasa al estado de fluoruro de potasio.

Pero los considerables gastos que ocasiona la extracción del mineral y su difícil pulverización, por una parte, y por otra el precio mismo de las sales potásicas que en la actualidad se explotan, ha impedido que se desarrolle esta industria, que acometerán, quizás, las generaciones venideras cuando los grandes yacimientos de que vamos á ocuparnos comiencen á dar signos de agotamiento.

**Sales potásicas de Stassfurt.**—Los yacimientos más importantes son los de Kalucz (Austria), Czernowitz (Rusia), Luneburg (Hannóver), los

de la vertiente meridional del Himalaya, los de Pendjab (Persia), y muy especialmente los de Stassfurt, Anhalt y Leopoldshall en Alemania. Actualmente estos últimos son, en realidad, los más importantes y los que suministran la inmensa mayoría de sales potásicas que circulan en el comercio. Están formados por capas de gran espesor, de las que la inferior, á una profundidad de 300 metros próximamente, está constituida por un depósito inmenso de sal gemma, con una altura de 300 á 400 metros; en la parte superior se encuentran capas de constitución química diferente y de un espesor variable. En la primera de estas capas alternan lechos de sal gemma, de altura variable, con otras más delgadas de sulfato de cal ó yeso. En la segunda, cuyo espesor es de 60 á 70 metros, la sal gemma alterna con la polihalita (sulfato triple de cal, potasa y magnesia). Sobre esta segunda capa existe una tercera, cuyo espesor es de 40 á 50 metros, y la repetida sal alterna con la kieserita ó sulfato de magnesia; hay, por último, una cuarta capa de menos espesor que las subyacentes y está formada por la mezcla de varios minerales, carnalita (cloruro doble de magnesio y potasio), sal gemma, kieserita y cloruro de magnesio. Por último, y recubriendo el yacimiento salino, un banco de marga arcillosa.

La existencia de estos yacimientos de cloruro de sodio, sulfato de cal y sales de magnesia y potasa, elementos constitutivos de las aguas del mar, justifican la opinión sustentada por los sabios sobre el origen marino de estas formaciones. «Su actual emplazamiento debió ser un golfo ó bahía, en comunicación con el mar por un canal estrecho; la evaporación producida en la superficie de las aguas permite el acceso de

nuevas cantidades sin desaparecer por filtración los más concentrados, por impedirsele indudablemente la impermeabilidad de la roca subyacente; una concentración incesante origina la formación paulatina de un verdadero pantano de agua salada, en el que la sal más abundante, el cloruro de sodio, se va lentamente depositando, quedando en disolución las otras sales, de las que el sulfato de cal, sal poco soluble, se deposita por consecuencia de la concentración que disminuye la masa de líquido necesaria para mantenerla en disolución. Así se advierte que las capas inferiores están formadas exclusivamente por el cloruro de sodio y el sulfato cálcico.

»A medida que el trabajo de concentración avanza, otras sales poco solubles se depositan á su vez, mezclándose con las anteriores, y formando lechos de composición más compleja que los inferiores, viniendo, por último, á depositarse en las partes superiores los últimos productos de concentración de las aguas madres; las sales de potasa y de magnesia mezcladas con todos los elementos que se encuentran disueltos con ellas.

»Sucesivas avenidas han debido depositar sobre las capas superiores otra de marga arcillosa que las recubre, cegando al propio tiempo el canal é impidiendo el acceso de las aguas del mar» (1).

A continuación insertamos la relación de las sales naturales de Stassfurt y productos fabricados á base de potasa y que se utilizan en agricultura como materia fertilizante, con la pro-

---

(1) Muntz y Girard, *Les engrais*, t. III, pág. 70.



porción media de álcali y la garantizada por el análisis.

DENOMINACIÓN DE LAS SALES	Sulfato de potasa	Cloruro de potasio	Sulfato de magnesia	Cloruro de magnesia	Cloruro de sodio	Sulfato de cal	Resid. insol. en el agua	Agua	POTASA	
	%	%	%	%	%	%	%	%	Término medio	Garantía
<b>Productos naturales</b>										
Kalinita. . . . .	21,3	2,0	14,5	12,4	34,6	1,7	0,8	12,7	12,8	12,4
Carnalita. . . . .	"	15,5	12,1	21,5	22,4	1,9	0,5	26,1	9,8	9,0
Kieserita. . . . .	"	11,8	21,5	17,2	26,7	0,8	1,3	20,7	7,5	"
Silvinita. . . . .	13,5	16,6	9,8	7,1	39,9	3,0	1,3	8,8	17,8	15,0
<b>Productos industriales concentrados</b>										
Sulfato { 96 % . . . . .	97,2	0,3	0,7	0,4	0,2	0,3	0,2	0,7	52,7	51,8
de potasa } 90 % . . . . .	90,6	1,6	2,7	1,0	1,2	0,4	0,3	2,2	49,9	48,6
Sulfato de potasa y de magnesia. . . . .	50,4	"	34,0	"	2,5	0,9	0,6	11,6	27,2	25,9
Cloruro { 90 á 95 % . . . . .	"	91,7	0,2	0,2	7,1	"	0,2	0,6	57,9	56,8
de potasio } 80 á 85 % . . . . .	"	83,5	0,4	0,3	14,5	"	0,2	1,1	52,7	50,5
{ 70 á 75 % . . . . .	1,7	72,5	0,8	0,6	21,2	0,2	0,5	2,5	46,7	44,2
Sales calcinadas. . . . .	"	44,5	22,5	4,6	12,4	2,9	5,3	7,8	28,1	"

**Fabricación de sales concentradas.**—En las sales brutas de Stassfurt, la potasa está mezclada con varias substancias, inertes unas y perjudiciales otras. Se la aísla para obtener un producto uniforme y concentrado, que por su mayor grado de pureza soporta mejor los gastos de transporte, y su aplicación al cultivo resulta más beneficiosa, sin los sensibles accidentes á que puede dar lugar el empleo de substancias que, como las sales de magnesia, el cloruro especialmente, ejercen sobre las plantas una acción perjudicial.

**Cloruro de potasio.**—La preparación de este producto está basada en la propiedad que tiene de ser más soluble en caliente que en frío, mientras que el cloruro de sodio tiene el mismo grado de solubilidad á diferentes temperaturas, y además en el hecho de que una disolución saturada y en

caliente de cloruro de magnesio, precipita el cloruro potásico por enfriamiento, constituyendo un cloruro doble de magnesio y de potasio ó sea carnalita químicamente pura.

Fundado en la primera propiedad, se ha seguido hasta hace algún tiempo el procedimiento de tratar las carnalitas brutas, reducidas previamente á polvo por el vapor y una cantidad de agua (el 75 por 100 del peso del mineral) insuficiente para disolver las sales empleadas. La caldera ó recipiente en que se opera está provisto de un doble fondo agujereado que permite evacuar la disolución cuando tiene una densidad de 32° á 33° Baumé. El residuo que queda en la caldera contiene la mayor parte de la sal gemma y de sulfato de magnesia, mientras que la totalidad de los cloruros de magnesio y potasio y una pequeña cantidad de sulfato de magnesia y de cloruro de sodio pasa con el líquido. Por el enfriamiento la disolución deposita principalmente cloruro de potasio. Las aguas madres, evaporadas hasta densidad de 32° á 33° Baumé y enfriadas, dan un nuevo depósito de dicha sal.

Otro método de aplicación más reciente, que se funda en el hecho antes citado, consiste en tratar las sales reducidas á polvo por una solución concentrada, y en caliente, de cloruro magnésico. En este líquido el cloruro potásico se disuelve al estado de carnalita, mientras que el cloruro de sodio y el sulfato de magnesia permanecen insolubles en dicho líquido.

Esta solución, decantada en caliente, deposita cristales de cloruro doble de potasio y de magnesio. La carnalita así obtenida, se disuelve en caliente, y de esta disolución se deposita cloruro de potasio, que, después de la clarificación, puede alcanzar un grado de riqueza considerable.

Sea cualquiera el procedimiento empleado, no debe prescindirse de la clarificación si se quieren obtener productos ricos en cloruro. Según el mayor ó menor número de lavados, pueden obtenerse productos que alcanzan desde 80 á 95 por 100 de pureza. Estos productos se desecan convenientemente.

**Sulfato de potasa.**—Algunos minerales de potasa, especialmente la kainita, contienen proporciones notables de sulfato potásico. Dicho mineral es un compuesto formado, además, por magnesia al estado de sulfato y de cloruro; sometida la kainita á la acción de la humedad atmosférica, el cloruro de magnesio que contiene, se liquida y separa del resto de la masa; el sulfato de potasa se concentra en el residuo; pero esta acción es lenta y sólo se verifica en la superficie de la masa, siendo, por consiguiente, incompleta. Puede extraerse el sulfato de potasa por cristalización y también por la adición de cloruro de potasio, á la solución de kainita ó sulfato doble de potasa y de magnesia, obteniendo cloruro de magnesio, que queda disuelto, y sulfato de potasa.

Suele emplearse también la kainita sin someterla á transformaciones previas como materia fertilizante, ó bien calcinándola con objeto de destruir el cloruro de magnesio. Este producto reducido á polvo, recibe la denominación de kainita calcinada, y contiene por término medio de 30 á 33 por 100 de sulfato de potasa.

**Composición y caracteres de las sales potásicas.**—Varias son las sales á base de potasa, producto de la industria química, que pueden utilizarse como abono; pero sólo se emplean el sulfato y cloruro potásicos, pues el nitrato, á pesar del doble valor agrícola que tiene por los elementos potasa y nitrógeno y el carbonato y fosfato



de esta base, desde hace poco tiempo reconocidas como materia fertilizante, no es fácil se generalicen por su elevado precio.

El cloruro de potasio es un cuerpo sólido blanco, levemente coloreado, de sabor parecido al de la sal común; cristaliza en cubos, se disuelve en el agua, más en la caliente que en la fría; echado en el fuego decrepita, carácter que puede aprovecharse por los compradores, para cerciorarse, en principio, de que se trata de esta substancia; no obstante, como este carácter lo presenta en alto grado la sal común, para diferenciarla de esta última, sobre todo cuando el color de la sal potásica induce á confusión, se toman pesos iguales, un gramo, por ejemplo, de ambas sales, y se echa en igual cantidad de agua fría, y se observa que la sal común ó de cocina se disuelve con más rapidez que el cloruro potásico. A pesar de estos indicios, no siempre seguros, la única forma de saber que se trata de una sal potásica es recurrir al análisis.

Cuando el cloruro potásico es puro, no se altera en contacto del aire; pero los cloruros del comercio contienen un tanto por ciento de impurezas variable, y entre ellas el cloruro de magnesio, que comunica á la masa un grado de higroscopicidad tanto mayor cuanto menor es la graduación del cloruro potásico. Por esta causa absorbe con exceso la humedad del aire, se licua la sal é impregna los sacos formando terrones. Conviene, por lo tanto, conservar este producto en paraje seco.

El cloruro de potasio puro, tiene la siguiente composición centesimal:

Cloro. . . . .	47'65
Potasio. . . . .	52'35
	<hr/>
	100'00

que equivale á. . . . 63'08 de potasa anhidra.



El sulfato de potasa neutro ó sulfato bipotásico, es también un cuerpo sólido, blanco ó ligeramente coloreado cuando está reducido á polvo; cristaliza en prismas exagonales terminados por pirámides de seis caras, incoloros, transparentes, de aspecto vítreo, muy duro y de sabor salado algo amargo; es menos soluble en el agua que el cloruro y menos higroscópico que éste, pero también se humedece al contacto del aire cuando contiene sales magnesianas.

En estado puro, su composición centesimal, es la siguiente:

Acido sulfúrico.. . . .	45.98
Potasa. . . . .	54.02
	<hr/>
	100.00

La kainita tiene propiedades parecidas al sulfato de potasa, es bastante higroscópica y se endurece con frecuencia.

Estas dos sales, sulfato y cloruro, suelen adulterarse con sal común: el sulfato suele mezclarse con cloruro de potasio, cuyo precio es menor, y en este caso debe analizarse, además de la potasa, la naturaleza del ácido con que está combinada.

#### **Empleo de las sales potásicas como abono.**—

El estado de solubilidad de las sales potásicas que empleamos más comúnmente como abono, las pone en condiciones de ser inmediatamente absorbidas por las plantas. Pero así como el nitrógeno orgánico y los fosfatos naturales que se dan al suelo bajo una forma insoluble ó más bien lentamente soluble, por su contacto con los elementos del suelo y los jugos ácidos radiculares del vegetal, se van gradualmente solubilizando y son absorbidos por aquél, las sales potásicas eminen-

temente solubles, y por consecuencia inmediatamente asimilables, modificadas en su constitución, acaban por afectar una forma casi insoluble. De aquí se deduce que la tierra, en presencia de los principios fertilizantes, no procede de modo igual y parece como que reacciona con cada uno de ellos de la manera más apropiada á las necesidades de las plantas, solubilizando aquellos elementos que al estado natural no pueden ser inmediatamente asimilados por ellos, é insolubilizando, por el contrario, á los que, excesivamente solubles, pudieran ejercer una acción sobrado enérgica sobre los órganos del vegetal.

Los abonos potásicos se disuelven rápidamente en el suelo, merced á la presencia del agua que existe siempre en cantidad suficiente para que la disolución se realice.

Pero el mecanismo de esta disolución es, según las experiencias realizadas por MM. Muntz y Girard, análogo al observado en la del nitrato sódico: han repetido con las sales potásicas las experiencias llevadas á cabo con aquél, repitiéndose igual fenómeno; es decir, que cada cristal de sal potásica puesto en contacto con el suelo, absorbe la humedad ambiente, deseca la tierra que está á su proximidad y se rodea de una atmósfera húmeda formada por la disolución de la sal. Iguales consecuencias prácticas se derivan: las semillas, puestas en contacto de las partes húmedas, sufren la acción cáustica de disoluciones concentradas en exceso; las que caigan en las partes secas, no encontrarán la humedad suficiente para su germinación. De aquí se deduce que la distribución en el suelo de los abonos potásicos hecha al propio tiempo que la siembra, puede ocasionar perjuicios á las plantas.

Estos fenómenos de desigual difusión y de rápi-

da solubilización desaparecen por la acción de las aguas de lluvia; por esta acción la difusión es rápida y completa y la potasa pierde su solubilidad característica cuando permanece algún tiempo en contacto con la tierra, que ejerce sobre el álcali en cuestión un poder absorbente análogo al que se manifiesta con el amoniaco de las sales amoniacaes.

Esta facultad de fijación de los elementos fertilizantes por parte de la tierra, tiene un doble aspecto mecánico ó físico y químico. Las sustancias dotadas de una porosidad especial ó un estado de gran división molecular, tienen la propiedad de retener entre sus moléculas las materias solubles; la arcilla y el humus se encuentran en este caso. Esta acción mecánica se aumenta con el concurso de los óxidos de hierro y de aluminio, que, ya libres ó ya unidos á la sílice, forman combinaciones ó cuerpos de consistencia gelatinosa que retienen también los elementos solubles. Esta acción puede, indudablemente, ejercerse en la mayor parte de las tierras en que entran en proporciones más ó menos considerables los elementos arcilla, humus, óxidos de hierro y aluminio, y será tanto mayor cuanto más abundantes sean estos elementos.

Ahora bien: esta propiedad de retención ó fijación de las sustancias alhíbles de los abonos, no es debida exclusivamente á la acción de los agentes mecánicos; ésta por sí sola tiene una débil intensidad, si se compara con la acción química, en la que funciona como factor principal de reducción, la caliza ó carbonato de cal.

Entre este compuesto y las sales potásicas, se origina una doble descomposición que da lugar á la formación de carbonato de potasa y sulfato de cal ó cloruro de calcio que se difunden y son



arrastrados por las aguas, según que el abono á base de potasa empleado sea el sulfato ó el cloruro potásico.

Respecto al modo cómo el carbonato de potasa formado por doble descomposición, sea retenido por los elementos fijadores del suelo, no se conoce todavía de una manera concreta, atribuyéndose actualmente al humus la principal participación como agente de absorción; es indudable que tanto este elemento como la arcilla, ejercen esta acción casi exclusivamente; las tierras calizas ó areniscas, desprovistas de aquellos elementos, carecen de todo poder absorbente; pero si la caliza ó la arena se encuentran mezcladas á pequeñas porciones de humus ó de arcilla, inmediatamente adquieren la propiedad de retener la potasa. La ausencia completa del elemento calizo originaria un estado inactivo, en virtud del que la potasa sería retenida indefinidamente por los elementos fijadores, sin que éstos la cedieran á las plantas, bajo la forma soluble de carbonato que se engendra por la presencia de aquél.

**Aplicación de las sales potásicas.** — De lo expuesto hasta aquí respecto á la acción de los diferentes componentes del suelo en presencia de las sales potásicas, podemos deducir reglas fijas que nos indicarán la época más apropiada para dar á los distintos suelos las materias fertilizantes á base de potasa.

Hemos dicho que los elementos fijadores de la potasa son la arcilla y el humus, siempre que haya cantidad suficiente de caliza y en estado de división conveniente para procurar las reacciones que originen la formación de carbonato potásico.

Las *tierras francas*, así llamadas, las de composición media ó cuyos componentes están en proporciones concordantes, reúnen desde este punto



de vista las mejores condiciones; las sales que se les confían son perfectamente retenidas, de forma que pueden abonarse en el otoño aunque las siembras se verifiquen á la primavera siguiente. Durante los meses de invierno la sal tendrá suficiente tiempo de sufrir las transformaciones necesarias para servir de alimento á las plantas.

Las tierras *fuertes*, caracterizadas por las grandes cantidades de arcilla que contienen, además de una proporción notable de humus, retienen con mayor energía el elemento soluble, que queda inmovilizado si carecen de carbonato de cal; pero cuando este elemento existe en alguna proporción, ya naturalmente ó ya adicionado al suelo por el encalado ó por el empleo de las margas calizas, ofrecen condiciones análogas á las tierras francas y puede dárseles el abono en la propia forma y época que á éstas.

A pesar de la gran afinidad de la arcilla para la potasa, que impone en cierto modo la necesidad de emplear grandes dosis de sales potásicas, las circunstancias de ser éstas muy higroscópicas, sobre todo el cloruro, aconseja el empleo de cantidades moderadas, á fin de evitar el exceso de humedad que se produciría en perjuicio de la buena vegetación de la planta, en el caso de incorporar al suelo masas algún tanto considerables de materia, apta para retener el agua, aumentando así la que naturalmente empapa las partículas de arcilla.

Las tierras esencialmente *calizas* carecen de humus y arcilla y por tanto de los principios absorbentes. No retienen la potasa, que desaparece fácilmente del suelo por la acción de las lluvias si se da este elemento con anticipación á la época en que la planta necesita de este alimento. Conviene, por consiguiente, dar el abono en la labor de

arado que precede á la siembra y en cantidad suficiente á las necesidades de la cosecha, pues la facilidad con que las sales potásicas se difunden y desaparecen en las capas inferiores de estas tierras por la acción de las aguas, no permite el empleo de mayores cantidades de abono que no aprovecharían las cosechas siguientes.

Las tierras *sueltas* en que predomina el elemento silíceo consumen rápidamente la materia orgánica, son pobres en humus y arcilla. Por su gran permeabilidad, dejan fácil paso á las aguas de lluvia y es muy escasa en ellas la propiedad de absorber las sales solubles. No es conveniente, pues, dar á estos suelos el abono potásico con demasiada anticipación, debiendo aplicarse antes de las siembras de primavera, una vez haya pasado el período de lluvias de invierno.

El efecto del abono potásico en estas tierras es rápido, y siempre que tengan cierto grado de humedad hay que aprovechar esta circunstancia en cuanto sea posible, pues en los terrenos secos los efectos del abono son nulos. Dada la mayor higroscopicidad del cloruro de potasio, sobre todo si contiene cloruro de magnesio, es conveniente en esta clase de terrenos utilizar dicha substancia, que, como el nitrato de sosa, tiene la propiedad de mantener un cierto grado de humedad, oponiéndose, por tanto, á la desecación del suelo.

Esta propiedad es á veces tan marcada que el ilustre químico Mr. Wolf, experimentando en tierras *sueltas* ó de poca consistencia, ha tenido ocasión de observar que las parcelas de tierra no abonadas no contenían más que 1 á 2 por 100 de agua, mientras que las parcelas abonadas con kainita contenían de 5 á 13 por 100.

Las tierras *turbosas*, ricas en materia orgánica y notable proporción de arcilla, son muy pobres

en caliza hasta el punto de carecer por completo de este elemento. No se realizan, por lo tanto, las dobles descomposiciones que fijan la potasa sobre la materia absorbente y retienen difícilmente el abono, que, á causa de la poca consistencia de estas tierras, arrastran las aguas á las profundidades del suelo. Debe darse el abono, como en las tierras sueltas, en dosis moderadas y según las necesidades de cada cosecha, repitiendo el abono en cada siembra.

La aplicación de las sales potásicas determina la pérdida de la cal del suelo. En efecto: el ácido de la sal, en contacto con la caliza del terreno, hace pasar la cal al estado soluble y es arrastrada por el agua. Por eso, en las tierras pobres en caliza, el empleo repetido de las sales potásicas puede ser, desde este punto de vista, perjudicial, si no se tiene la precaución de encalarlas ó adicionarles margas calizas, antes de la aplicación de las sales potásicas. La eliminación de la cal se verifica con más energía cuando se aplica el cloruro de potasio, que cuando se emplea el sulfato de potasa. En el primer caso se forma cloruro de calcio, y en el segundo sulfato de cal; el primero es más soluble que el segundo, y de aquí la rapidez de eliminación. Cuando el suelo es rico en caliza no hay que preocuparse de la pérdida de cal producida por las sales potásicas.

En la aplicación de los abonos potásicos á los diferentes cultivos debemos tener en cuenta, en primer lugar, que muchas tierras, y muy especialmente aquellas en que predomina el elemento arcilloso, contienen potasa en cantidad suficiente para atender á las necesidades de una mediana cosecha, y, por consiguiente, no debe preocupar-



se el agricultor de restituir á la tierra dicho elemento sino en proporciones mínimas. El análisis químico puede ser, en este caso, seguro guía para aconsejar lo más conveniente. Si el análisis indica la existencia en las tierras de menos de 1 por 1000 de potasa atacable por el ácido nítrico, hay necesidad de emplear sales de potasa. Por el contrario, cuanto más pase de 1 por 1000 la proporción de potasa atacable por dicho ácido, menos necesidad hay de proporcionar dicho álcali por los abonos minerales.

Como ya se ha dicho, la potasa escasea en las tierras calcáreas, areniscas y turbosas, y se encuentra con relativa abundancia en los suelos arcillosos. La experiencia demuestra los buenos resultados del empleo de abonos potásicos en los suelos calcáreos, silíceos y en los ricos en humus ó materia orgánica.

Pocas tierras laborables carecen en absoluto de potasa, lo cual se debe á la difusión en todas ellas de los productos de la desagregación de las rocas primitivas. Débese también á que la restitución de la potasa al terreno es mayor que la del ácido fosfórico, á causa de que las plantas que absorben más potasa son las de prado y las raíces, ó sea las que sirven de alimento al ganado, y sabido es que la potasa pasa casi íntegramente á las deyecciones con que se elaboran los estiércoles, que aportan al terreno considerables cantidades de este álcali, mientras que el ácido fosfórico se encuentra en los granos, de los que unos sirven para la alimentación humana y otros para la del ganado; pero en uno y otro caso, así como la potasa no es absorbida por el organismo en el trabajo de nutrición, el ácido fosfórico es casi totalmente asimilado y pasa á las deyecciones en cantidades inapreciables.



En segundo lugar, el empleo de la potasa no exime del empleo de los abonos nitrogenados y fosfatados. Las plantas necesitan encontrar al alcance de sus raíces todos los elementos nutritivos en forma soluble y en la proporción conveniente, y la falta de cualquiera de ellos, determina en los otros una especie de pasividad ó estado inactivo, que impide su normal asimilación, y, por consiguiente, la planta no se desarrolla en buenas condiciones.

Por último, las sales potásicas están dotadas de cierta causticidad, ya por sí mismas, ya por las substancias con que se encuentran mezcladas, ó ya por los productos que resultan de las reacciones que por su presencia se verifican en el suelo. He aquí por qué no conviene emplearlas inmediatamente antes de las siembras; porque pueden, por el exceso de concentración de los núcleos de humedad que se forman, impedir la germinación de las semillas que se pongan en su contacto, ó, por lo menos, perjudicar á las plantas recién nacidas.

Tampoco deben emplearse en cobertera sobre las cosechas nacientes, porque pueden quemar las hojas y hasta ocasionar la muerte de las plantas. El empleo, no obstante, de las sales potásicas en cobertera, es una práctica que no puede evitarse en las praderas naturales, puesto que el suelo no está nunca desprovisto de vegetación y no hay forma de suministrar el abono de otro modo. Debe, sin embargo, escogerse la época en que la vegetación no está en plena actividad y en que las lluvias pueden favorecer la difusión de las sales incorporándolas al suelo.

Antes de distribuir las sales potásicas en el suelo, conviene reducirlas á polvo; suelen contener cantidades considerables de sales magnesianas, que son muy higroscópicas y absorben, por

tanto, la humedad ambiente, y al desecarse se aglomeran en masas algo duras.

A fin de distribuir las con uniformidad, se mezclan estas sales con materias inertes de igual consistencia y densidad, tierra seca ó arena, por ejemplo; pueden mezclarse también con fosfatos, nitrato, superfosfato, yeso, materias orgánicas, etcétera, no siendo de temer, por las mezclas de estas substancias, dobles descomposiciones que den lugar á cuerpos cuya volatilidad origine pérdidas y disminuya el valor fertilizante del abono. Cuando la potasa se encuentra al estado de carbonato, no conviene mezclarla con sales amoniaca-les ó con materias que contengan el nitrógeno orgánico en estado de fácil transformación, pues el carbonato potásico, álcali enérgico, reacciona del propio modo que la cal, que determina la formación de amoniaco libre que se pierde en la atmósfera.

Respecto á la mezcla de las sales potásicas, especialmente sales naturales, kainita, carnalita, kieserita, etc., con los estiércoles ó incorporadas á la cama de las cuadras ó establos, al pie de los animales, que se recomienda por algunos agrónomos por su pretendida eficacia para retener los vapores amoniaca-les, no tiene el valor que se le ha querido atribuir, á no ser empleando cantidades considerables de sales potásicas. Por otra parte, si las materias insolubles, los fosfatos naturales, por ejemplo, ganan por su contacto con las materias orgánicas, pues se opera un trabajo, aunque lento, constante, de solubilización de dichas sales, las que son inmediatamente solubles, no tienen modificaciones que sufrir, y, en cambio, están expuestas á experimentar pérdidas que son inevitables, aun en los estercoleros mejor dispuestos y cuidados.

Las sales potásicas deberán emplearse en dosis proporcionadas á la naturaleza del suelo y á las exigencias de las plantas, que son variables, con respecto á la necesidad de este elemento, para su nutrición y desarrollo.

Para los cereales de invierno conviene abonar con alguna anticipación, para dar tiempo á que las lluvias de otoño difundan la sal y no se acumulen en algunos puntos del suelo masas de concentración excesiva.

Para las plantas de primavera es conveniente también abonar en las labores de otoño, á no ser que se opere en terrenos que carezcan de propiedades absorbentes, en cuyo caso precisa esperar á que termine el periodo de las lluvias de invierno.

En la remolacha azucarera y la patata debemos tener en cuenta que estas plantas temen la acción de las disoluciones, aunque sean poco concentradas, de las sales potásicas; conviene, por lo tanto, dar este abono con bastante anticipación á las siembras; á ser posible, en la siembra de la cosecha precedente. Repetidas experiencias evidencian que los abonos potásicos, si se dan con exceso, perjudican á la cantidad y calidad de las cosechas, disminuyendo la producción y dificultando la formación de azúcar y fécula.

En los prados artificiales ó cultivos de alfalfa, esparceta, tréboles, etc., debe darse este abono en cantidad suficiente para que estas plantas absorban la potasa durante los años que la planta está en el suelo, y esparcirlo antes de las siembras, ó en las labores de invierno, si el terreno tiene elementos absorbentes y facultad, por consiguiente, de retener el abono; si se trata de tierras sueltas, con poco elemento absorbente, es preferible dar el abono fraccionado en pequeñas dosis y en cobertera, como en las praderas naturales.



Para la viña deben tenerse en cuenta el clima y la naturaleza del suelo. En las tierras frescas y fuertes debe distribuirse el abono potásico en otoño; en las sueltas, durante la primavera; en los climas cálidos, en que las sequías son frecuentes, conviene esparcirlo en otoño, á fin de que el abono, por la acción de las lluvias, tenga tiempo de difundirse y ponerse al alcance de las raíces.

Conviene advertir que, tratándose de plantas de raíces profundas, aun cuando sea en suelos sueltos, ó muy permeables, no hay inconveniente de esparcir este abono con mucha anticipación, sin temor á las pérdidas que en dichos suelos puede ocasionar el arrastre de las materias solubles por las aguas, de las cuales se aprovecharían las raíces. Es conveniente, por tanto, para esta clase de plantas, enterrar los abonos á alguna profundidad.

Para el naranjo y demás árboles frutales, conviene echar este abono durante el invierno.

Ya hemos dicho que de las diferentes sales potásicas producto de la fabricación ó preparación industrial que pueden utilizarse como abonos, se emplean casi exclusivamente el cloruro potásico y el sulfato de potasa.

Conviene, antes de terminar, hacer un brevísimo estudio comparativo entre estas dos sustancias. Desde el punto de vista económico es preferible emplear el primero, pues según los boletines de venta de primeras materias para abonos, que tenemos á la vista, los 100 Kg. de cloruro de potasio, no de potasa, como dicen los expresados boletines, con 80 á 85 por 100 de riqueza en cloruro, equivalente á 52/53 por 100 de potasa anhidra, se cotizan á 32 ptas., de donde resulta para precio del Kg. de dicho álcali, entre 0'60 y



0'61 ptas. Los 100 Kg. de sulfato de potasa, con 50 por 100 de potasa pura, se cotizan á 36 ptas., ó sea á 0'72 ptas. el Kg. de álcali.

Pero no sólo hay que tener en cuenta la parte económica, sino la manera de obrar de cada una de estas substancias.

Expuestas anteriormente las reacciones á que dan lugar estas materias en presencia del carbonato de cal del suelo, observamos que, empleando el cloruro potásico, se forma como producto secundario cloruro de calcio muy soluble; si sobrevienen lluvias, se difunde y desaparece rápidamente; si persiste la sequía, absorbe la humedad del suelo y forma disoluciones concentradas que perjudican á las raíces, por lo que se recomienda el empleo de este abono en otoño, para la mayor parte de las plantas y muy especialmente para los cultivos perennes. Por otra parte, esta gran solubilidad del cloruro de calcio, determina, á la larga, el agotamiento de la cal del suelo, accidente de poca importancia, cuando la tierra contiene cal en abundancia, pero que debe tenerse en cuenta en las tierras francas y fuertes, en que este elemento suele encontrarse en mínimas proporciones.

Cuando se emplea el sulfato de potasa, se forma como producto secundario, sulfato de cal, substancia altamente beneficiosa para todos los cultivos, y especialmente para las leguminosas; de esta suerte, el elemento calizo no se pierde como cuando se convierte en cloruro, sino que resulta un producto útil para las plantas.

En el cultivo cereal y de árboles frutales, es indiferente emplear uno ú otro abono potásico, debiendo darse la preferencia al cloruro por su menor precio.

En las legumbres, tubérculos, la vid y las plan-

tas textiles, da mejores resultados el empleo del sulfato que el cloruro.

En el cultivo del tabaco debe darse la preferencia al sulfato de potasa, que mejora, indudablemente, sus cualidades. La acción del cloruro es perjudicial, por cuanto la hoja adquiere pésimas condiciones para la combustibilidad.

La remolacha azucarera produce más azúcar, cuando se abona con sulfato; además, por la influencia del cloruro potásico, la cristalización de los jugos de las raíces se hace difícil.

La producción de sales potásicas, en Prusia, en 1898, es la siguiente:

Kainita. . . . .	1.104.000 toneladas
Otras sales.. . . .	1.105.000 »

Las sales de potasa no deben echarse á voleo, como el nitrato de sosa, sino enterrarse en el suelo, pues la fuerza de absorción de la arcilla y del humus, para con el carbonato que se forma, no permite que éste se difunda y ponga al alcance de las raíces, quedando en su mayor parte fijo en el mismo sitio donde se echa; enterradas á cierta profundidad y adicionando al suelo sulfato de cal, éste moviliza la potasa que la tierra tiene retenida, la conduce á las partes inferiores del suelo, poniéndola así en contacto de las raíces profundas.

**Cenizas.**—Se denomina ceniza el residuo fijo que se obtiene por la incineración de los vegetales y demás sustancias combustibles. Las que resultan de la combustión de las plantas contienen sales de potasa y fosfatos, y desde este punto de vista deben considerarse como abonos potásicos, por figurar este elemento en proporción considerable; las cantidades á veces relativamen-

te grandes de fosfatos, permiten considerarlos como abonos fosfatados, y por la proporción de carbonato de cal, como abonos, ó mejor como enmiendas calcáreas. Algunas cenizas contienen este elemento en tan grandes cantidades, disminuyendo considerablemente las sales potásicas y fosfatadas, que sólo tienen valor agrícola como tales enmiendas calizas.

El aprovechamiento de las cenizas como abono es recomendable en buena práctica agrícola, siempre que el agricultor pueda adquirir económicamente este producto, como residuo de las industrias y de los hogares que utilicen las plantas, ó partes de éstas como combustibles, tanto más cuanto que se adquiere á bajo precio la unidad de peso de potasa en la forma de carbonato especialmente, que es una de las combinaciones más activas y que permite una asimilación más rápida del elemento fertilizante. Pero la práctica de incinerar las plantas ó restos de ellas, como pajas, bayas, ramas tiernas, etc., para esparcir las cenizas resultantes como abono, la consideramos realmente viciosa, pues el empleo directo de aquéllas enterradas en el suelo, permite utilizar al propio tiempo que los elementos minerales, la materia orgánica que encierran, evitando así las pérdidas de nitrógeno que la combustión elimina.

Conviene, por otra parte, que el agricultor, al adquirir cenizas con las cuales trata de substituir las sales potásicas, tenga un conocimiento exacto de la proporción de potasa principalmente que las cenizas contienen. lo que se puede averiguar por medio del análisis, pues de lo contrario se expone á pagar excesivamente caro, un abono de escaso poder fertilizante, ó á dar, por el contrario, cantidades excesivas de álcali.

Las cenizas producen muy buenos efectos en



las tierras arcillosas, compactas y húmedas, exentas de elemento calcáreo.

Se emplean en dosis de 25 á 30 hectolitros por hectárea. Es frecuente la práctica de mezclarlas con los estiércoles, con lo cual se aumenta la riqueza de este abono en potasa y se utilizan pequeñas cantidades de ceniza.

Suele hacerse de las cenizas una primera aplicación utilizándolas en la fabricación de *lejías*, que son los líquidos en que quedan disueltas todas las partes solubles de las cenizas. El residuo recibe el nombre de cernada ó ceniza lexiviada. Las lejías, después de empleadas en estas industrias y convenientemente diluidas en agua, se utilizan como abonos potásicos; las cernadas, únicamente como abonos fosfatados y calcáreos.

Se evalúa el poder fertilizante de una ceniza por la cantidad de potasa que contiene. La ceniza de sarmientos suele tener 15 por 100 de potasa; la de tabaco 30, la de pino 10, la de brezo 16, la de retama 28, la de leña de monte 27, la de encina 10, la de algas de 6 á 12.

Casi toda la potasa de las cenizas se encuentra al estado de carbonato, en menor cantidad al de sulfato y silicato, y en débil proporción al estado de cloruro. Las cenizas deben su alcalinidad muy especialmente al carbonato de potasa que contienen.

Convienen las cenizas especialmente á las praderas naturales, tréboles, alfalfa, cáñamo, tabaco y plantas de semillas oleaginosas. Además de favorecer la vegetación, su empleo constante y continuado en el terreno destruye las malas hierbas.

La distribución de las cenizas en el suelo, después de desecadas, debe hacerse á mano ó con la pala, y se entierran con un ligero pase de rastra,



ó se dejan al descubierto, sobre todo si el tiempo está lluvioso.

Las cenizas de turba y de hulla contienen algunos principios fertilizantes, pero su valor como abono es muy inferior al de las cenizas de los vegetales. Contienen carbonato y sulfato de cal y algo de magnesia y cantidades inapreciables de potasa y ácido fosfórico. Sus buenos efectos sobre la alfalfa, trébol, etc., se explican por la presencia del sulfato de cal. Su acción es más bien mecánica que química.

Cuando las cenizas, sea cualquiera su procedencia y composición, se emplean en cobertera, hay que evitar el amontonamiento en determinados sitios más de 24 horas, pues las plantas recubiertas por estos montones serán destruidas, bien por la acción de los álcalis, si se trata de cenizas procedentes de la incineración de los vegetales, ó bien por la del sulfato de hierro y de alúmina, si se trata de cenizas piritosas.

---



## ABONOS CALCÁREOS

---

La cal es uno de los cuatro elementos que se han considerado como esenciales para la nutrición vegetal, y es tan necesaria al desarrollo de las plantas como lo son el ácido fosfórico, el nitrógeno y la potasa. Pero así como estos elementos, especialmente los dos primeros, suelen faltar en las tierras, y hay forzosamente que, en una u otra forma, restituirlos al suelo, si han de obtenerse medianos esquilmos, no es frecuente encontrar tierras que carezcan en absoluto del elemento calizo, y en general contienen pequeñas cantidades suficientes á satisfacer las escasas exigencias que la mayoría de las plantas tienen respecto á esta substancia. De aquí el que su empleo como abono no tenga la importancia que las materias fertilizantes de que nos hemos ocupado hasta ahora.

Su principal acción consiste en comunicar á las tierras propiedades físicas especiales y favorecer las reacciones químicas que influyen poderosamente en su fertilidad. Obra, pues, mecánica y químicamente, ejerciendo una acción que pudiéramos llamar fisiológica, comunicando vida

y movimiento á los microorganismos del suelo, para que éstos cumplan la misión nitrificadora que les está confiada.

Esta misma multiplicidad de acción que la cal ejerce, puesta en contacto con las tierras, ha inducido á considerarla, no sólo como abono, que como tal obra en determinados casos, sino también como *enmienda*, por el hecho de ser en realidad un elemento modificador del estado molecular físico y químico del suelo. No obstante la apropiación de la palabra *enmienda* aplicada á la cal, precisa reconocer que semejante denominación no puede ni debe ser privativa del elemento que nos ocupa, pues hay otras substancias que del propio modo que la cal, obran como abonos y al mismo tiempo desempeñan en alto grado el papel modificador de las propiedades físicas; tal sucede con los estiércoles, cuyo empleo no podemos eliminar jamás de la práctica agrícola, sin grave perjuicio de la fertilidad del suelo.

La cal se encuentra en las tierras combinada con los ácidos silíceo, carbónico, nítrico, sulfúrico, fosfórico y húmico, y con los cuerpos que la química denomina halógenos, cloro y fluor, formando cloruros y fluoruros de calcio.

Unida al ácido silíceo forma el silicato de cal, cuerpo inerte por su resistencia á todos los agentes de descomposición.

Combinada con el ácido carbónico, forma el carbonato de cal, que unido á la arcilla, arena y humus, constituye las tierras francas ó de composición media. La eficacia de su acción en los suelos no depende tanto de la proporción en que entra á formar parte, como de su estado de división: la caliza en grano ó polvo grueso, es casi inactiva; las superficies de contacto son muy pequeñas; reducida á polvo fino, esta superficie



aumenta en proporciones enormes. En el primer caso no comunica á los suelos ninguna de sus propiedades; en el segundo su grado de finura acrecienta su acción, y el terreno adquiere todas las propiedades que caracterizan á los terrenos calizos. Además de este estado de división, influye en gran manera el grado mayor ó menor de dureza, según la naturaleza de las rocas de que procede, que permite una desagregación más ó menos rápida.

Bajo la influencia del ácido carbónico libre del suelo, se forma bicarbonato de cal, que se disuelve en los líquidos que impregnan la tierra, y en este estado su difusión es mayor y su acción es tan eficaz y enérgica como la del carbonato á un grado extremo de división.

Se encuentra la cal bajo la forma de nitrato, producto del fenómeno de nitrificación de que ya nos hemos ocupado y en el cual la caliza interviene como agente principal. Sal eminentemente soluble, se difunde con rapidez en el suelo y suministra á las plantas el nitrógeno y la cal. La acción de las aguas aumentada por la permeabilidad de la tierra, le arrastra al subsuelo, perdiéndose para la vegetación. Unida al cloro, forma cloruro que no existía en la tierra y se forma á expensas de los cloruros incorporados al suelo como abono.

Idéntica reacción se verifica en las tierras saladas que están próximas al mar, por la doble descomposición del carbonato de cal y el cloruro de sodio.

Bajo la forma de sulfato se encuentra en algunas tierras denominadas yesosas en cantidad considerable. En otras las proporciones de yeso son muy pequeñas, pues su solubilidad en el agua pura y sobre todo en el agua cargada de ácido

carbónico y substancias húmicas, le comunican propiedades difusivas, que unidas á su resistencia á ser retenido por los elementos absorbentes, determina su arrastre por las aguas á las profundidades del suelo.

El fosfato de cal es poco frecuente en los suelos, á no ser en las tierras que constituyen yacimientos de estas sales.

Del propio modo el fluoruro de calcio sólo existe en minimas proporciones, su presencia en los vegetales se adivina ó presume por la existencia de este compuesto en el tejido óseo de los animales.

Por último, se encuentra la cal combinada con la materia orgánica, formando humato de cal. La materia orgánica al estado libre funciona como verdadero ácido, actúa sobre el carbonato de cal, elimina el ácido carbónico y forma humatos, base principal del humus, que tan importante papel desempeña en la fertilidad de las tierras.

La vegetación espontánea suele ser indicio seguro de la presencia ó ausencia de elemento calizo. Es indicio de lo primero la presencia de alfalfas, esparcetas, tréboles, etc. La ausencia de la caliza se acusa por la abundancia en el suelo de acederas, retamas, brezos, helechos, etc. Hay un medio sumamente sencillo y al alcance del labrador para averiguar si un terreno contiene en grande ó en pequeña cantidad este elemento: se toma un pequeño terrón que se echa en agua á fin de que expulse las burbujas de aire interpuesto entre las partículas terrosas, y se vierte luego una pequeña cantidad de ácido clorhídrico algo diluido ó vinagre fuerte; la tierra en que la caliza predomina, dará una gran efervescencia; cuando es pobre en caliza se forman burbujas en las superficies de los terrones. Si se

quiere saber la cantidad exacta de este elemento en una tierra, hay que recurrir al análisis.

En cuanto á las cantidades necesarias de cal en cada suelo, dado que la mayor parte de los terrenos contienen este elemento en proporciones más ó menos grandes, sólo debe preocuparnos el cálculo de aquéllas en las tierras en que el análisis sólo encuentra proporciones mínimas. Si la tierra contiene una milésima, ó sea 1 Kg. de cal por cada 1.000 de tierra, se considera suficientemente provista de este elemento. Pero si desde el punto de vista de las exigencias nutritivas de las plantas, pequeñas cantidades de cal bastan á sus necesidades, desde el punto de vista de las reacciones químicas que la presencia de la cal provoca en el suelo, son necesarias cantidades de cal suficientes á contrarrestar la acción de la materia orgánica, determinando su combustión, la nitrificación y la doble descomposición con las sales amoniacaes y potásicas que permite á estos elementos fertilizantes ser absorbidos por el suelo. Estas diversas reacciones eliminan constantemente cal al estado de bicarbonato, nitrato, sulfato y cloruro, que por su solubilidad son arrastrados por las aguas, siendo indispensable la inversión de grandes cantidades para reponer las pérdidas que dichas reacciones originan.

Una tercera circunstancia hay que tener en cuenta, y es el grado de tenacidad del terreno. Sabido es que la caliza obra como agente modificador de las propiedades físicas del suelo, disminuyendo la excesiva coherencia y apelmazamiento de las tierras fuertes y aumentando la cohesión de las ligeras ó areniscas. En las primeras se necesitan cantidades relativamente grandes: en las segundas bastan pequeñas proporciones. En uno y otro caso debe tenerse en cuenta que, á



medida que es mayor el grado de división en que la caliza se encuentra, mayor y más eficaz es su acción y menores las cantidades necesarias para enmendar los suelos.

En la imposibilidad de determinar las cantidades fijas de cal que deben emplearse en cada caso, pues dada la manera distinta de obrar aquélla, según su estado de división, el grado de tenacidad de la tierra y su riqueza en materia orgánica, el análisis químico es insuficiente para servirnos de único y seguro guía; conviene hacer repetidas experiencias y observar los resultados obtenidos con la adición á las tierras del expresado elemento.

La cal se encuentra en las plantas unida á los ácidos orgánicos, oxálico, tártrico, málico, cítrico, péctico, etc., ó en combinación con las sustancias neutras, como las gomas. Unida la cal á las sustancias pécticas, entra en proporción importante en la constitución de los tejidos. La cal, pues, es un elemento constitutivo de las plantas, indispensable á la producción vegetal, aunque en proporción realmente variable.

Los cereales son muy poco exigentes en cal. En cambio, son ávidos de este elemento la alfalfa, el trébol, cañamo, tabaco, lino, vid, guisante y otros.

La patata, remolacha, zanahoria, nabo, colinabo y demás plantas raíces, apetecen la cal, sobre todo si la tierra es muy arcillosa.

**Fabricación de la cal y su composición.**— La piedra de cal está constituida esencialmente de carbonato cálcico, silicato y pequeñas cantidades de agua. Por la cocción á una temperatura de 300° se elimina la totalidad del agua y todo el ácido carbónico, reduciéndose considerablemente el peso de la masa, pues 100 de carbonato contienen 44 de ácido.



La industria de la cal se esfuerza en producir grandes cantidades de materia en el más breve tiempo posible y con el menor dispendio de combustible. Se verifica la operación en hornos más ó menos perfeccionados, unos de fuego continuo y otros de fuego intermitente. En los primeros, que no se apagan nunca, se retira por la parte inferior la cal, á medida que se va formando, y se alimenta el horno por la parte superior.

La cal se fabrica también en la casa de labor, formando montones de piedras gruesas en la parte interior y de menor diámetro en la parte exterior y superior, procurando dejar intersticios para que circule bien la llama. Se recubre el montón con una capa de arcilla húmeda, de 7 á 8 centímetros de espesor y otra capa de piedras. Cuando se prende fuego al combustible, se cierra ó tapa la boca de entrada, y de cuando en cuando se practican aberturas en la base del montón, para que tenga acceso el aire.

La cal resultante no es pura, está mezclada con materias extrañas, que forman parte de la piedra de cal que se utiliza como primera materia. De aquí las diferentes clases de cal.

La cal grasa, ó sea la que contiene pequeñas proporciones de materias silíceas, deja muy poco residuo por su disolución en los ácidos; se deslía fácilmente en el agua, desprendiendo mucho calor y aumentando considerablemente de volumen.

La cal magra, árida ó arenisca contiene mayor proporción de arena, de color agrisado; se deslien más difícilmente á medida que aumenta la proporción de arena, y tratada por los ácidos deja un residuo duro.

La cal hidráulica contiene arcilla en la proporción de 10 á 20 por 100. La propiedad de fraguar ó endurecerse debajo del agua, hace que se la

considere un buen producto como material de construcción.

La cal magnesianas es el producto de la cocción de las piedras dolomíticas. Se deslie más difícilmente que las cales ordinarias y puede emplearse también en agricultura.

**Encalado. Sus ventajas é inconvenientes.**—

El procedimiento más ventajoso para incorporar la cal á los suelos es distribuirla en montones á distancia de 7 á 8 metros, los cuales se cubren de una capa de tierra algo humedecida. Conforme se hidrata la cal, aumenta de volumen y se van tapando con tierra las grietas que se forman. Al cabo de algunos días ó de algunas semanas, según la calidad, la estación y el tiempo que reina, la cal queda pulverizada. Se mezcla con la tierra que la recubre y se distribuye lo más uniformemente posible.

Puede también hacerse el encalado, asociando la cal á tierras de buena calidad, restos de vegetales, polvo de huesos y cenizas, ó con sales potásicas de Stassfurt, formando capas alternadas de cal y dichas materias en partes próximamente iguales.

Incorporada la cal á la tierra en una ú otra forma, se da un pase de grada sin enterrarla á gran profundidad, á fin de que la capa superior del suelo experimente también la acción de este elemento.

La mezcla de la cal con las sales amoniacales da lugar á pérdidas de amoníaco.

No es conveniente emplear la cal al mismo tiempo que los abonos fosfatados, pues no deja que la materia orgánica obre sobre ellos. Los superfosfatos en contacto con la cal se transforman en fosfatos insolubles, impidiendo su fácil difusión en el suelo. Cuando haya necesidad de aplicar

ambos abonos para un cultivo de primavera, conviene encalar en otoño y repartir el superfosfato después del invierno.

La cal, por otra parte, favorece la descomposición de la materia orgánica y neutraliza la acidez del mantillo que se produce en esta descomposición. Su acción sobre los elementos minerales del suelo es muy importante también: acelera la desagregación de los silicatos de alúmina y de potasa, poniendo á disposición de las plantas los principios alcalinos necesarios á la vegetación.

La misma actividad que la cal comunica á los elementos fertilizantes que existen en el suelo al estado pasivo, determina, sobre todo cuando se emplea con profusión, un agotamiento rápido de dichos elementos, lo que exige un abono copioso y rico, pues de lo contrario viene el esquilmo del terreno.

El otoño es la estación favorable para la aplicación de la cal. Sea en otoño ó en primavera, conviene enterrarla 15 ó 20 días antes de la siembra ó plantación, á fin de que tenga tiempo de carbonatarse y perder su causticidad.

La cantidad que debe emplearse es variable con la naturaleza de las tierras, la calidad de la cal y la frecuencia del encalado. Por regla general se emplean por hectárea de 400 á 500 hectolitros en las tierras turbosas, 200 á 250 en las arcillosas y 150 hectolitros en los suelos ligeros. La duración del encalado con estas dosis, oscila entre 10 y 20 años. Las cantidades varían naturalmente si los períodos son más cortos.

Se clasifican además entre los abonos calcáreos otras substancias, tales como las margas, escombros ó restos de demolición de edificios, calizas conchíferas, arenas conchíferas y polvo calizo de carreteras. Ninguno de ellos encaja en el estudio



ligerísimo que venimos haciendo de los abonos químicos en este MANUAL, por no pertenecer á la categoría de los industriales propiamente dichos; su empleo directo como abonos ó como enmiendas sin previa transformación industrial, los excluye de esta clasificación.

**Empleo agrícola del yeso.**—El yeso ó sulfato de cal, compuesto resultante de la substitución de dos átomos de hidrógeno del ácido sulfúrico ( $\text{SO}_4\text{H}_2$ ) por un átomo de calcio para formar  $\text{SO}_4\text{Ca}$ , es un cuerpo muy abundante en la naturaleza, encontrándosele anhidro (anhidrita ó karstenita) y combinado con dos moléculas de agua (espejuelo, *selenita*); también se halla disuelto en casi todas las aguas, y las que lo contienen en gran cantidad se llaman *selenitosas*; existe en las cenizas de los vegetales y en varias sustancias animales, como la sangre, los huesos raquíticos, etc.

El hidratado se presenta generalmente en cristales transparentes, que son prismas romboidales; otras veces en láminas fibrosas, otras en cristales pequeños entrecruzados, que forman masas blancas y opacas, constituyendo el alabastro yesoso. Es inodoro si bien algunas veces tiene colores, debidos á sustancias extrañas, sabor ligeramente amargo, es blando y se deja rayar por la uña.

Sometido el yeso crudo á la calcinación, pierde toda el agua de cristalización, que suele ser un 20 por 100, y se convierte en yeso cocido, bastando para ello una temperatura de  $132^\circ$ .

E. yeso contiene ordinariamente de 70 á 90 por 100 de sulfato de cal anhidro, de 5 á 15 de agua, carbonato de cal, arcilla, arena, alúmina y óxido de hierro, en proporción variable.

La cocción ó calcinación del yeso se efectúa como la de la caliza, pero á más baja tempera-



tura. Generalmente se emplean hornos abiertos, en los que, sobre bóvedas de ladrillos agujereadas, se van colocando los fragmentos de mineral por orden de magnitud; la carga suele ser de 10 á 20 metros cúbicos, y la cocción suele durar de 12 á 16 horas.

Los hornos empleados en Francia constituyen un perfeccionamiento del sistema precedente; se emplean hornos cerrados, y aunque su establecimiento es costoso, permiten utilizar mejor el calor, economizar el combustible y regularizar la calcinación.

La cocción de los yesos empleados en agricultura se efectúa en hornos de fuego continuo, colocando capas alternadas de yeso y combustible. El producto que se obtiene así no es blanco, y contiene sulfuro de calcio, que proviene de la reducción del sulfato por el carbón.

El yeso, después de la cocción, se retira del horno en fragmentos de variable tamaño. En el momento de emplearlo se tritura y pulveriza por medio de quebrantadores y molinos de ruedas de piedra ó de fundición; después se tamiza. Se reduce á un grado de finura distinto, según que se destine á la construcción ó á materia fertilizante ó, mejor dicho, *estimulante* para el cultivo. En el segundo caso se pulveriza muy bien, pues su mayor estado de división permite una acción más enérgica y eficaz.

**Acción del yeso sobre las tierras y las plantas.**—Muchas son las explicaciones que se han dado por distintos químicos y agrónomos, para explicar los efectos de esta substancia sobre las plantas, especialmente las leguminosas, crucíferas y árboles frutales, atribuyéndose por unos la eficacia de su acción, al ácido sulfúrico, por otros á la cal, considerándolo como un verdadero

abono, que proporciona, á la vez, á las plantas, los dos elementos que químicamente lo constituyen.

El ilustre químico Mr. Deherain explica satisfactoriamente los efectos del yeso adicionado á las tierras. Esta acción estriba principalmente en favorecer la difusión de la potasa asimilable contenida en el suelo, haciéndola pasar de las capas superficiales donde está retenida, á las inferiores, poniendo así este elemento de nutrición al alcance de las raíces profundas de muchas plantas, que sin este auxiliar se desarrollarían de manera raquítica é incompleta.

Inducen al sabio químico á hacer esta afirmación, sus propias experiencias, de las que resulta que, en una tierra no enyesada nunca, se halla la potasa soluble en el agua en cantidades notables, mientras que en las enyesadas con frecuencia no se encuentra potasa soluble en el agua hasta después del enyesado. Si se añade potasa á diversas materias absorbentes como la alúmina lavada y desecada al aire, se puede extraer esta potasa por medio del yeso.

La diferente intensidad con que los elementos absorbentes del suelo retienen los carbonatos y sulfatos de amoníaco y de potasa, pues se observa que los primeros son retenidos con más energía que los segundos, y la transformación de estos carbonatos en sulfatos por la acción del yeso, parecen ser la causa de la mayor movilidad en que se encuentran dichas bases en los suelos enyesados y de que se pueda extraer de un suelo al cual se le ha adicionado este elemento, mayor cantidad de potasa y de amoníaco que de un suelo normal; de esta acción, en virtud de la que los álcalis que son retenidos por los elementos absorbentes en las capas superficiales del terreno, pasan á las

capas inferiores, pudiendo de esta forma servir de alimento á las plantas de raíces profundas, se deduce que el empleo del yeso es ventajoso en el cultivo de las leguminosas, y así lo enseña la experiencia; sus resultados son menos marcados en las plantas raíces, y nulos ó casi nulos en los cereales. En el cultivo de la alfalfa, los efectos del enyesado son realmente notables, llegando á producir doble cosecha que los alfalfares no enyesados.

En los algarrobos, á causa de la profundidad de sus raíces, produce también muy buenos resultados.

Obra también con bastante eficacia sobre el cáñamo, lino, tabaco, vid, naranjo, olivo y patata.

En las leguminosas cultivadas para semilla, por el empleo del yeso se observa que la granazón no recibe el incremento que la parte herbácea, conviniendo, por tanto, moderar las dosis de este elemento en el cultivo de estas legumbres, que apetecen con preferencia los abonos fosfatados.

En los alfalfares conviene aplicar el yeso durante el invierno. Para la vid y árboles frutales en general, la época más apropiada es la primavera; para la cebolla, cacahuet, patata y tabaco, se aplica al principio de la vegetación.

El yeso debe distribuirse á voleo; se suele echar al suelo aprovechando el rocío de la mañana, y de este modo se adhiere á las hojas y tallos. Es buena práctica siempre que no se eche en la época de la floración, por el peligro que pudiera correr la fecundación de las flores.

**Empleo agrícola del sulfato de hierro.**—Aunque no podemos considerar esta substancia como abono industrial, las frecuentes aplicaciones que de él se hacen en agricultura, nos obligan á dedicarle algunas consideraciones sobre su empleo



agrícola y la acción que ejerce sobre las tierras y las plantas, que tomamos del excelente *Tratado de abonos* del distinguido publicista Sr. Giner Aliño.

El sulfato de hierro ejerce una doble acción disminuyendo la proporción de carbonato de cal en las tierras y como agente oxigenante del suelo.

Cuando el carbonato de cal se pone en presencia del sulfato de hierro, aquél neutraliza el exceso de acidez de éste, formándose sulfato de cal y quedando el sulfato de hierro con el minimum de acidez. Pero al estar la caliza en exceso, el hierro se sobreoxida fácilmente, transformándose el sulfato de protóxido de hierro en sulfato de sesquióxido, y, en tal estado, descompone fácilmente el carbonato de cal, pues como el sesquióxido de hierro es una base menos enérgica que la cal, el ácido sulfúrico se separa muy pronto de la combinación cálcica. Como resultado de la reacción se forma sulfato de cal, sesquióxido de hierro y ácido carbónico, no uniéndose estos dos últimos cuerpos para formar carbonato de hierro por la débil afinidad que existe entre ellos.

Además, el sulfato de hierro obra también como un medio oxigenante de la tierra. El oxígeno es el factor principal para promover las múltiples reacciones químicas que tienen lugar en la tierra arable, y cuyo objeto es poner á los elementos de fertilidad en condiciones de ser absorbidos. Todo, pues, cuanto tienda á aumentar la cantidad de oxígeno en la tierra labrantía, constituye una enmienda de gran valor; con el empleo del sulfato de hierro, el oxígeno, no sólo se retiene mecánica, sino químicamente y en mayor cantidad, contribuyendo así á que la nitrificación sea mayor y, por lo tanto, mayor también el poder fertilizante de la tierra.



El sulfato de hierro sólo puede emplearse en las tierras calizas, estando subordinada la dosis que se emplea, á la mayor ó menor cantidad de carbonato de cal que haya en el suelo.

Los efectos son análogos á los del yeso, y, por lo tanto, viene á ser por modo indirecto un abono potásico, puesto que favorece la difusión y solubilización de la potasa que hay en el suelo.

Pone la tierra en mejores condiciones de fertilidad desde el momento que ayuda á la nitrificación y asimilación de los fosfatos.

Subtrae á las tierras muy calizas una cierta cantidad de carbonato de cal, evitando con ello la clorosis de muchas plantas y pone á estas tierras en un estado más conveniente para la vegetación.

**Abonos mixtos comerciales.**—Al hacerse, en el capítulo *Nitrato de potasa*, el estudio comparativo entre el empleo de esta substancia para suministrar al suelo en conjunto potasa y nitrógeno y el empleo del nitrato sódico y cloruro potásico para aportar dichos elementos por separado, después de estudiar la cuestión desde el punto de vista económico, decíamos al terminar que el empleo de la primera de dichas substancias tiene, además, el inconveniente de contener el elemento potasa en exceso sobre el nitrógeno, lo que exige el empleo de otros abonos nitrogenados como complementarios, y que empleando los dos elementos mencionados separadamente, había mayor facilidad de poder variar sus proporciones, según los cultivos y las exigencias de los terrenos.

Ahora bien: ampliando estas ideas y para evidenciar lo embarazoso del empleo de substancias que pudiéramos llamar de composición compleja ó que contienen más de un elemento fertilizante, supongamos que para abonar una hectárea de un cultivo dado, necesitamos emplear 800 Kg. de

una fórmula que contenga, además del correspondiente ácido fosfórico, 8 por 100 de nitrógeno y 9 por 100 de potasa, y supongamos además que para dar estos dos elementos empleamos un nitrato de potasa de 95 por 100 de riqueza que contiene 13·5 por 100 de nitrógeno y 43 por 100 de potasa anhidra. Si para facilitar los cálculos reducimos á la octava parte la superficie, ó sea á 1250 metros cuadrados, en los cuales empleamos 100 Kg. de dicha fórmula, veremos que, para dar al suelo 8 Kg. de N, necesitamos emplear 59·25 Kg. de nitrato de la indicada riqueza, empleando este sencillo razonamiento: Si 13·5 de nitrógeno corresponden á 100 Kg. de nitrato, 8 Kg. de nitrógeno ¿á cuántos de nitrato corresponden?

$$13\cdot5 : 100 :: 8 : x \quad x = \frac{8 \times 100}{13\cdot5} = 59\cdot25.$$

Con esta cantidad de nitrato damos al terreno 8 Kg. de nitrógeno; pero damos, en cambio, un exceso de potasa, puesto que 59·25 Kg. de nitrato contienen 25·48 Kg. de potasa.

Efectivamente: si en 100 de nitrato hay 43 de potasa, en 59·25 ¿cuántas hay?

$$100 : 43 :: 59\cdot25 : x$$

$$x = \frac{43 \times 59\cdot25}{100} = 25\cdot48.$$

Luego damos al suelo un exceso de 16·48 Kg. de potasa. Si, por el contrario, tratamos de no poner más potasa que la precisa, ó sea 9 por 100, veremos, haciendo los mismos sencillos cálculos que hasta ahora, que necesitamos 20·93 Kg. de nitra-

to, que sólo contienen 2'83 Kg. de nitrógeno, que se deducen así:

$$100 : 13\cdot50 :: 20\cdot93 : x$$

$$x = \frac{13\cdot50 \times 20\cdot93}{100} = 2\cdot82.$$

Luego ponemos de esta forma 5'17 Kg. de nitrógeno menos que la cantidad calculada, la cual hemos de suplir con 33'35 Kg. de nitrato de sosa, que contenga 15'5 por 100 de nitrógeno.

En el primer caso ponemos un exceso de potasa; en el segundo damos una cantidad insuficiente de nitrógeno, que hay que suplir con otro abono nitrogenado; queda evidenciada, pues, la conveniencia de emplear sustancias simples, ó, mejor dicho, que contengan un solo elemento fertilizante, con las cuales aportamos al terreno las cantidades precisas de cada elemento, á no ser que razones de índole económica aconsejen utilizar materias de las que hemos denominado complejas, como salitres, guanos, negros, cenizas, superfosfatos de guanos, etc.

Y si el empleo de alguna de estas sustancias, sin las convenientes precauciones, sin un cálculo juicioso y detenido de su riqueza y de las proporciones precisas en que deben utilizarse, dadas las condiciones de las tierras y las exigencias de las plantas, conducen muchas veces al agricultor á resultados desastrosos; ¿qué ha de sucederle en la inmensa mayoría de los casos con esas mil y mil fórmulas que á diario anuncian algunos expendedores de *guanos*, con nombres más ó menos pomposos ó apropiados, y con garantía de una riqueza en principios fertilizantes, que no resistiría el más somero análisis?



No nos cansaremos nunca de aconsejar al agricultor que desista de adquirir esas mezclas de principios fertilizantes, elaboradas muchas veces sin la más leve noción de las propiedades químicas de las sustancias empleadas, en las cuales no es extraño ver asociados los superfosfatos con el nitrato sódico, y las escorias Thomas con el sulfato amónico, originándose desde los primeros momentos de verificarse el contacto de las materias, pérdidas de nitrógeno que pueden ser considerables.

En prueba de este aserto, citaremos las detenidas observaciones de Mr. Andouard sobre un abono formado por una mezcla de superfosfato y nitrato sódico, en la que, por repetidos análisis, comprobó las pérdidas de nitrógeno que en el espacio relativamente corto de 36 días tenían lugar. Contenia la mezcla recién elaborada en 6 de junio 6'17 por 100 de nitrógeno nítrico; en 14 de junio, 5'74; en 30 de junio, 4'30; en 12 de julio, 3'78, es decir, próximamente una mitad.

Por su naturaleza compleja, los abonos mixtos artificiales, pueden ser más fácilmente falsificados, introduciendo en la mezcla materias inertes ó de menor valor agrícola, pagando el agricultor con sobrada frecuencia como principios fertilizantes, sustancias que no tienen valor nutritivo, verdaderamente inútiles, cuando no perjudiciales.

Por otra parte, estos abonos contienen muchas veces elementos que no deben aplicarse al suelo al mismo tiempo: los fosfatos, por ejemplo, conviene repartirlos antes del invierno, á fin de que tengan tiempo de descomponerse y ser asimilados por las plantas en la primavera; los nitratos, en cambio, que son eminentemente solubles y son, por consiguiente, arrastrados por las aguas de lluvia, no deben aplicarse hasta la primavera.



Empleando estos abonos en otoño, se corre el riesgo de que se pierda el nitrógeno antes de producir su efecto; distribuyéndolos en primavera, nos exponemos á que las plantas carezcan de la alimentación fosfatada, por no estar los fosfatos en estado fácilmente asimilable.

Siendo en general compuestos en que los diferentes elementos entran en proporciones dadas, para establecer las cuales se han tenido en cuenta, á lo sumo, las exigencias de la planta para que se destinan, pero no la riqueza en principios fertilizantes del terreno á que se aplican, nos exponemos á gastar el dinero inútilmente dando al suelo principios alhíbiles, que el suelo pueda contener en proporción bastante á las necesidades del vegetal cultivado.

Pero el mayor inconveniente que ofrecen los abonos complejos del comercio, consiste en que se venden siempre á un precio que no está en proporción con su valor real, pues siempre el fabricante hace pagar de modo excesivo la operación de mezclar las primeras materias, lo cual podrá verificar el agricultor por sí mismo, casi sin gastos.

Un ejemplo pondrá esto en evidencia.

Supongamos que un agricultor trata de adquirir 100 sacos de un abono químico cuya fórmula es:

Sulfato de amoniaco. . . . .	40 Kg. por 100
Superfosfato de cal. . . . .	50 » »
Cloruro de potasio.. . . .	10 » »
	<hr/>
	100 Kg.

Los precios á que estas substancias se cotizan en 1.º de diciembre de 1901, salvo variación, son:

Sulfato de amoníaco de 20 á 21 por 100 de N.—

Los 100 Kg., 43 ptas.

Superfosfato de cal de 16 á 18 por 100 de ácido fosfórico soluble al citrato.—Los 100 Kg., 11 ptas.

Cloruro potásico de 80 á 85 por 100 equivalente á 52/53 de potasa anhidra.—Los 100 Kg., 43 ptas.

Cada saco de 100 Kg. resulta, pues, á 27·90 pesetas, que, con su correspondiente envase, le son vendidos al agricultor, por término medio, á 32 ptas. Supongamos, además, que el transporte de estos 100 sacos le cuestan al agricultor, desde el almacén hasta su finca, á razón de 5 ptas. la tonelada, 50 ptas. Tendrá, por consiguiente, que desembolsar:

Por 100 sacos de abono, con su correspondiente envase, á 32 ptas. . . . .	3200 ptas.
Transporte. . . . .	50 »
Suma. . . . .	<u>3250 ptas.</u>

Veamos ahora el coste de este mismo abono, adquiriendo el agricultor las primeras materias y elaborando por sí mismo las mezclas á medida de sus necesidades en la finca que cultiva:

100 sacos de abono á 27·90 ptas. . . . .	2790 ptas.
Envase. . . . .	50 »
Transporte. . . . .	50 »
Elaboración de las mezclas: 10 jornales á 2·50 ptas. . . . .	25 »
Suma. . . . .	<u>2915 ptas.</u>

En el 1.<sup>er</sup> caso, el coste es. . . . . 3250 ptas.

En el 2.<sup>o</sup> caso, id. id. . . . . 2915 »

Saldo á favor del propietario. . . . . 385 ptas.

Pero concedamos que el fabricante se conforma con un modesto beneficio, y que el saco, cuyo valor, á los precios de cotización (de cuyos precios ya deduce el correspondiente beneficio por compra al por mayor, pago al contado, etc.), es de 27'90 ptas. y con el envase 28'40 ptas. (1), lo vende á 30 ptas., no obteniendo más ganancia que 1'60 ptas. por saco; aun en este caso el saldo á favor del agricultor es de 135 ptas. Júzguese ahora si con esta ventaja, por modesta que sea, no podría el propietario *permitirse el lujo* de proceder con la previsión y celo que sus intereses reclaman, llevando muestras de las substancias adquiridas á un laboratorio químico de reconocido crédito, en donde se le garantizase á ciencia cierta de la riqueza de aquéllas en elementos fertilizantes, con tanta mayor razón cuanto que el coste de los tres análisis no le representa más que un gasto de 24 á 26 ptas.

En vista de los inconvenientes que ofrece el empleo de los abonos mixtos comerciales, creemos de nuestro deber aconsejar á los agricultores la adquisición de primeras materias, previamente analizadas para comprobar su riqueza. Comprando únicamente las materias minerales que contengan los elementos fertilizantes necesarios en cada caso, y mezclándolas con inteligencia, se obtiene con menos coste un abono que proporciona los mismos rendimientos.

Ya hemos dicho en otro lugar que en buena práctica agrícola no debe prescindirse del empleo del estiércol y que los abonos minerales deben considerarse en primer término como sus auxilia-

---

(1) Admitimos, para mayor sencillez en los cálculos, que se verifican las transacciones envasando en sacos de 100 Kg. La costumbre es vender por sacos de 75 Kg.

res; esto no obstante, como las condiciones económicas en que el agricultor se desenvuelve, no siempre le permiten excogitar los medios de acción, y la producción de estiércoles no basta con mucho á satisfacer las exigencias del cultivo moderno, surge la imperiosa necesidad de emplear los abonos industriales, ya como fertilización exclusiva del suelo, ya asociados á los abonos orgánicos ó auxiliados de los abonos verdes, á fin de restituir al suelo la materia orgánica que se agota necesariamente por el empleo exclusivo de aquéllos.

Ya se empleen exclusivamente abonos minerales constituidos por la mezcla de primeras materias, ó ya se apliquen como complemento del estiércol, debe preocuparse el agricultor de escoger las substancias que han de entrar en la mezcla y sus proporciones, según las necesidades de las plantas y la composición del terreno. Siendo ésta sumamente variable y conteniendo principios fertilizantes en proporción mayor ó menor según los esquilmos de que la tierra haya sido objeto en anteriores cultivos, precisa al agricultor conocer, siquiera de una manera aproximada, la riqueza del suelo, para calcular la fórmula más apropiada, ó sea que contenga los elementos que al suelo faltan y en la proporción necesaria para que resulte eficaz y económica.

La determinación, pues, de estas fórmulas es un problema complejo, en el cual hay que tener en cuenta elementos heterogéneos, cuya determinación sólo puede conseguirse por uno de dos medios: el análisis químico ó la experimentación en pequeñas parcelas, todas las cuales, excepto una, que se deja como testigo, se abonan con diferentes substancias ó con las mismas, aumentando ó disminuyendo las dosis de los elementos nutritivos que las constituyen—ácido fosfórico,



amoníaco, potasa—; y por la observación de la marcha vegetativa de la planta cultivada, su desarrollo y producción en las distintas parcelas, deducir cuál es la fórmula más conveniente por su eficacia y por su coste.

De lo expuesto se deduce, que las fórmulas que á continuación exponemos, basadas exclusivamente en las exigencias alimenticias de las plantas y en el supuesto de que las tierras á que se apliquen sean de composición media y de una regular fertilidad, no tienen más que un valor relativo, pues la riqueza de aquéllas en elementos nutritivos varía considerablemente, siendo indispensable, en cada caso particular, variar las proporciones de los elementos fertilizantes, disminuyendo unos y aumentando otros; según la constitución mineralógica del suelo. En los arcillosos, por ejemplo, ricos, por lo general, en potasa, convendrá disminuir la proporción de álcali aumentando la de fosfatos; en los eminentemente calizos, convendrá aumentar la proporción de potasa y disminuir la de sulfato de cal; en los suelos turbosos será conveniente suministrar la potasa en pequeñas dosis, para evitar las pérdidas de este elemento ocasionadas por la acción de las lluvias.

En el cálculo de estas fórmulas, se supone que las primeras materias empleadas para la confección de los abonos, tienen la siguiente riqueza:

Nitrato de sosa. . .	de 15 á 16 % de nitrógeno.
Sulfato de amoníaco. . .	de 20 á 21 % de nitrógeno.
Superfosfato de cal. . .	de 16 á 18 % de ácido fosfórico soluble al citrato.
Escorias Thomas. . .	de 15 á 16 % de ácido fosfórico soluble.
Sulfato de potasa. . .	de 48 % de potasa anhidra.
Cloruro de potasio. . .	de 52 á 53 % de potasa.

Como la indole de un MANUAL no permite grandes desarrollos á los distintos puntos que por su importancia deben estudiarse, sólo nos ocuparemos de los principales cultivos, recomendando á aquellos de nuestros lectores que deseen instrucciones completas sobre esta materia, consulten, entre otras, las siguientes obras:

*Guide pour l'achat et l'emploi des engrais chimiques*, por H. Joulie.

*Tratado de abonos*, por D. Bernardo Giner Aliño.

*Los abonos*, por D. Aniceto Llorente.

*La fertilización de las tierras*, por D. Joaquin Bernat, Ingeniero agrónomo.

---

## FÓRMULAS DE ABONOS MINERALES

---

### CULTIVO CEREAL

#### *Trigo de regadio*

Sulfato de amoníaco.. . . .	85 Kg.	(1)
Superfosfato de cal. . . . .	296 »	
Cloruro potásico. . . . .	48 »	

En la primavera en una ó dos veces:

Nitrato sódico. . . . .	180 »	(2)
-------------------------	-------	-----

#### *Trigo de secano*

Sulfato de amoníaco. . . . .	40 Kg.	
Superfosfato de cal. . . . .	225 »	
Cloruro potásico. . . . .	35 »	

En la primavera:

Nitrato de sosa. . . . .	120 »	
--------------------------	-------	--

---

(1) Las cantidades consignadas se calculan para la hectárea como unidad de superficie. Un sencillo calculo de proporciones permite determinar las cantidades correspondientes a las diferentes unidades de superficie, usuales en cada región, comarca ó localidad.

(2) Empleada esta fórmula en los campos de experiencia de abonos en trigos en la Granja experimental de Valencia, se ha obtenido una producción media de 39 Hl.

Los abonos nitrogenados, sólo deben emplearse en secano después de experiencias directas, pues muchas veces el aumento de cosecha que se obtiene no compensa los gastos del abono por su elevado precio y porque la escasez de lluvias hace que dichas substancias resulten ineficaces. Una observación atenta de los periodos lluviosos en cada zona, permitirá al agricultor juzgar de las mayores ó menores probabilidades de lluvia, y por consecuencia de la mayor ó menor probabilidad de la eficacia de los abonos que emplea.

### Cebada (1)

#### Parcela n.º 1

Estiércol de cuadra. . . . . 40000 Kg.

#### Parcela n.º 2

Sulfato de amoníaco. . . . . 140 »

Superfosfato de cal. . . . . 235 »

Cloruro potásico. . . . . 30 »

#### Parcela n.º 3

Sulfato de amoníaco. . . . . 70 »

Superfosfato de cal. . . . . 235 »

Cloruro potásico. . . . . 30 »

En la primavera:

Nitrato de sosa. . . . . 90 »

Los resultados obtenidos han sido:

	Grano	Paja
Parcela n.º 1. . . . .	38'25 Hl.	4152 Kg.
id. n.º 2. . . . .	45'30 »	4494 »
id. n.º 3. . . . .	46'88 »	4791 »

(1) Consignamos las fórmulas empleadas y el resultado obtenido en las experiencias de abonos en cebada, en la Granja antes citada.



*Maiz para semilla*

Estiércol. . . . .	15000 Kg.
A los 15 días:	
Superfosfato de cal. . . . .	150 »
Sulfato de amoníaco. . . . .	60 »
Cloruro potásico. . . . .	30 »
A los 30 días:	
Nitrato de sosa. . . . .	60 »

*Abono exclusivamente mineral*

Sulfato de amoníaco. . . . .	100 Kg.
Nitrato de sosa. . . . .	350 »
Superfosfato de cal. . . . .	400 »
Sulfato de potasa. . . . .	60 »

*Maiz para forraje*

Sulfato de amoníaco. . . . .	100 Kg.
Nitrato de sosa. . . . .	350 »
Superfosfato de cal. . . . .	150 »
Cloruro de potasio. . . . .	80 »
Sulfato de cal. . . . .	200 »

El sulfato amónico, superfosfato y cloruro, antes de la labor que antecede á la siembra; el nitrato y el yeso, 40 días después de la siembra.

*Arroz*

Sulfato de amoníaco. . . . .	250 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	350 »
Cloruro de potasio. . . . .	45 »
Al quitar el agua:	
Sulfato de amoníaco. . . . .	150 »

*Planteles de arroz*

Sulfato de amoníaco. . . . .	1000 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	350 »
Cloruro potásico. . . . .	250 »
Sulfato de cal. . . . .	400 »

Se distribuye el abono en dos veces, una mitad á la siembra y la otra mitad 20 ó 25 días después.

## CULTIVO DE LEGUMINOSAS

*Habas y judias*

Sulfato de amoníaco. . . . .	115 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	458 »
Cloruro potásico. . . . .	110 »

*Alfalfa*

Superfosfato de cal. . . . .	250 Kg.
Sulfato de potasa. . . . .	160 »
Sulfato de cal. . . . .	500 »

*Cacahuet (1)*

Sulfato de amoníaco. . . . .	55 Kg.
------------------------------	--------

O bien:

Nitrato de sosa. . . . .	70 »
Superfosfato de cal. . . . .	600 »
Sulfato de potasa. . . . .	60 »
Sulfato de cal. . . . .	200 »
Sulfato de hierro . . . . .	50 »

(1) De la obra *Tratado de abonos*, del Sr. Giner y Aliño.

Si el terreno es muy calizo, se substituyen los 200 Kg. de yeso por 100 Kg. de sulfato de hierro.

### TUBÉRCULOS, RAÍCES Y BULBOS

#### *Patata*

Sulfato de amoniaco. . . . . 250 Kg.

O bien:

Nitrato de sosa. . . . . 330 »

Superfosfato de cal. . . . . 225 »

Sulfato de potasa. . . . . 100 »

Sulfato de cal. . . . . 150 »

Sulfato de hierro.. . . . 60 »

Conviene emplear de vez en cuando estiércol de cuadra (mezclado con arena si se cultiva en tierras fuertes). En secano se empleará la mitad de la fórmula.

#### *Remolacha forrajera*

Sulfato de amoniaco. . . . . 250 Kg.

Nitrato de sosa. . . . . 150 »

Superfosfato de cal. . . . . 350 »

Cloruro potásico. . . . . 150 »

Sulfato de cal. . . . . 100 »

#### *Zanahorias, nabos y rábanos*

Sulfato de amoniaco. . . . . 200 Kg.

Nitrato de sosa. . . . . 150 »

Superfosfato de cal. . . . . 300 »

Cloruro potásico.. . . . 160 »

El sulfato de hierro favorece la vegetación de los nabos, pero sólo debe emplearse en suelos muy calizos.

No conviene dar excesiva alimentación nitrogenada á las zanahorias cuando la tierra es rica en materia orgánica, pues resultan raíces algo duras que el ganado come con poca avidez.

### *Chufa (1)*

Sulfato de amoniaco. . . . .	200 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	400 »
Cloruro de potasio. . . . .	30 »

### *Cebolla (2)*

Sulfato de amoniaco. . . . .	165 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	200 »
Cloruro de potasio. . . . .	30 »

## PLANTAS INDUSTRIALES

### *Remolacha azucarera*

A su plantación:

Sulfato de amoniaco. . . . .	150 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	350 »
Sulfato de potasa. . . . .	75 »

A la primera escarda:

Nitrato de sosa. . . . .	150 »
--------------------------	-------

(1) El estiércol muy podrido ha de constituir la base del abono para la chufa. A la fórmula consignada se añaden 10.000 Kg que se entierran antes de la siembra. Hecha ésta, en cuanto hay tempero se distribuye el abono químico.—Giner Aliño. *Tratado de abonos*, pág. 502.

(2) Esta fórmula ha sido empleada en la Granja experimental de Valencia, habiendo obtenido por hectárea una producción de 56.300 Kg.



En los terrenos arcillosos puede prescindirse del empleo de la potasa ó emplearla cada tres años. Debe incorporarse al suelo con alguna anticipación, si puede ser en la cosecha anterior, para evitar la influencia directa del álcali en la disminución de azúcar.

### *Caña de azúcar*

Sulfato de amoníaco. . . . .	150 Kg.
Nitrato de sosa. . . . .	150 »
Superfosfato de cal. . . . .	500 »
Sulfato de potasa. . . . .	400 »

No debe emplearse el cloruro de potasio, porque dificulta la buena cristalización de los jugos.

### *Cañamo*

Sulfato de amoníaco. . . . .	200 Kg.
Nitrato de sosa. . . . .	150 »
Superfosfato de cal. . . . .	350 »
Cloruro potásico. . . . .	80 »
Sulfato de cal. . . . .	150 »

### *Algodonero*

Nitrato de sosa. . . . .	260 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	225 »
Sulfato de potasa. . . . .	150 »
Sulfato de cal. . . . .	75 »
Sulfato de hierro. . . . .	30 »

El abono puede repartirse en dos veces: la primera inmediatamente antes de la siembra, y la segunda al dar la primera bina.

*Tabaco* (1)

Sulfato amónico. . . . .	375 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	260 »
Sulfato de potasa. . . . .	80 »

## ARBUSTOS Y ÁRBOLES

## VID

*Majuelos*

Sulfato de amoníaco. . . . .	120 Kg.
ó Nitrato sódico. . . . .	160 »
Superfosfato de cal. . . . .	150 »
Sulfato de potasa. . . . .	45 »
Sulfato de cal. . . . .	150 »
Sulfato de hierro. . . . .	75 »

*Viñas* (2)

## Plena producción

Sulfato amónico. . . . .	75 Kg.
ó Nitrato de sosa. . . . .	100 »
Superfosfato de cal. . . . .	125 »
Cloruro potásico. . . . .	55 »
Sulfato de hierro. . . . .	25 »

## Mediana producción

Sulfato amónico. . . . .	100 »
ó Nitrato sódico. . . . .	130 »
Superfosfato de cal. . . . .	100 »
Sulfato potásico. . . . .	40 »
Sulfato de hierro. . . . .	40 »

(1) En terrenos pobres en materia orgánica no debe prescindirse del empleo del estiércol.

(2) Siempre que puedan adquirirse estiércoles u otros abonos orgánicos a buen precio, conviene alternar su empleo con el de los abonos minerales.

## Escasa producción

Sulfato amónico. . . . .	110 Kg.
ó Nitrato de sosa.. . . .	150 »
Superfosfato de cal. . . . .	80 »
Sulfato potásico. . . . .	30 »
Sulfato de hierro. . . . .	60 »

*Avellano*

Sulfato amónico. . . . .	130 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	125 »
Cloruro potásico.. . . .	65 »
Sulfato de cal.. . . .	50 »

*Algarrobo*

Nitrato de sosa. . . . .	150 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	45 »
Cloruro potásico.. . . .	35 »
Sulfato de cal.. . . .	300 »

*Naranja*

## Planteles

Estiércol.. . . .	40000 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	2500 »
Sulfato de potasa.. . . .	1000 »

## A la primavera:

Nitrato de sosa. . . . .	2500 »
Sulfato de cal. . . . .	1500 »
Sulfato de hierro. . . . .	250 »

*Naranjal joven*

Sulfato de amoníaco. . . . .	250 Kg.
ó Nitrato sódico. . . . .	330 »
Superfosfato de cal. . . . .	300 »
Cloruro potásico. . . . .	75 »
Sulfato de cal. . . . .	200 »
Sulfato de hierro. . . . .	120 »

*Naranjal en plena producción*

Nitrato de sosa. . . . .	500 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	400 »
Sulfato de potasa. . . . .	120 »

Es conveniente distribuir el nitrato de sosa, fraccionado durante los meses de primavera y verano.


Puede darse también el nitrógeno bajo la forma orgánica empleando los estiércoles, la palomina, fenta, crisálida de gusano de seda, abono de sardina, materia córnea, abonos verdes, etc.

*Olivo*

Sulfato de amoníaco. . . . .	150 Kg.
Superfosfato de cal. . . . .	175 »
Sulfato de potasa. . . . .	120 »
Sulfato de cal. . . . .	25 »

En la fertilización de plantas de huerta deben asociarse los estiércoles y demás abonos orgánicos a los abonos minerales, con lo que se consigue dar a la tierra condiciones de división y esponjosidad, al par que mantener en el suelo dosis convenientes de materia orgánica ó humus.





## DISPOSICIONES LEGALES

---

Expuestos los caracteres y propiedades de las substancias más principales que la industria ofrece á la agricultura para fertilizar las tierras y su aplicación á los diferentes cultivos, resta sólo á nuestro propósito emitir algunas consideraciones, respecto á una cuestión que tiene para el agricultor vital importancia: la adquisición de primeras materias para abonos ó abonos hechos con arreglo á fórmulas, calculadas con más ó menos escrupulosidad ó conocimiento del asunto.

Ya hemos dicho sobre este particular lo suficiente para demostrar la conveniencia de que el labrador adquiriera las primeras materias y, asesorado de persona competente, elabore por sí mismo la fórmula más apropiada en cada caso.

Es claro, que no sería práctico aconsejar al pequeño propietario, que hiciese analizar sus tierras y las materias que adquiriera para abonarlas, pues esto recargaría mucho los gastos del cultivo; semejante recomendación sólo puede hacerse cuando se trata de propiedades de alguna consideración; pero es evidente que los intereses del pequeño agricultor no quedarían constantemente indefensos, si el espíritu de asociación en la clase labra-

dora, tan difundido en otros países y tan amortiguado en el nuestro, creara gremios ó sindicatos, encargados de fomentar y hacer respetar estos intereses: de esta forma, la adquisición de materias fertilizantes (aparte de otros productos como semillas, insecticidas y material moderno de cultivo), se conseguiría en condiciones favorables de garantía y de pureza para los asociados, siendo entonces factibles y nada onerosos, los gastos que ocasionara la necesidad de comprobar la riqueza de las substancias adquiridas.

Mas es forzoso reconocer que el labrador, por regla general, no sólo carece de espíritu de asociación, sino que desconoce los elementos que el Estado pone á su disposición para auxiliarse con la práctica ó el consejo, en el arduo trabajo de la explotación de sus tierras, pues son en número relativamente ínfimo los que aprovechan ó utilizan los medios de enseñanza y experimentación que les ofrecen las Granjas y Estaciones agronómicas, que funcionan en las diferentes regiones de la Península.

Pocos deben ser, á no dudar, los agricultores que conozcan el real decreto de 29 de septiembre de 1900, relativo á las condiciones que deben llenar los abonos químicos y minerales para su venta y las seguridades y garantías que del conocimiento y de la práctica de las disposiciones que contiene pudieran reportar. Nos induce á hacer esta afirmación lo observado en el tiempo transcurrido desde la publicación de dicho decreto en el establecimiento oficial, cuya dirección se nos ha confiado.

Estas consideraciones informan la conveniencia de llamar la atención de nuestros agricultores hacia un punto que es de suma importancia, y que hace referencia á la forma taxativa con que

los expendedores de abonos vienen obligados á redactar el boletín de garantía.

Dice el referido decreto en su artículo 6.º: «Los fabricantes y expendedores de abonos tendrán como obligación ineludible la de indicar á los compradores la calidad de sus mercancías, dándoles una factura en que consten certificados: primero, el nombre del abono; segundo, su origen y procedencia; y tercero, su composición química, en que se expresará el tanto por ciento que contiene de cada uno de los principios fertilizantes esenciales (nitrógeno, potasa y ácido fosfórico), y el estado ó forma química de estos elementos.»

El estado ó forma química de cada uno de dichos elementos debe especificarse del modo siguiente:

Nitrógeno amoniacal.

Nitrógeno nítrico.

Nitrógeno orgánico.

Nitrógeno total.

Acido fosfórico anhidro, soluble en el agua.

Acido fosfórico anhidro, soluble en el citrato amónico.

Acido fosfórico anhidro, soluble en los ácidos minerales.

Acido fosfórico total.

Potasa anhidra, soluble en el agua.

Potasa anhidra total.

Ya hemos dicho en el lugar oportuno, el criterio establecido respecto á las dos formas en que el ácido fosfórico se encuentra en los superfosfatos, que es el abono fosfatado de uso más frecuente, en virtud del que, se atribuye igual valor comercial al ácido soluble en el citrato que al

soluble en el agua; de aquí que en las facturas ó boletines se consigne ordinariamente: «Acido fosfórico soluble al agua y al citrato amónico.»

Dada la riqueza variable de las sales potásicas que circulan en el comercio, creemos conveniente consignar la cantidad de potasa anhidra que corresponde á cada compuesto, según su grado de pureza.

### *Cloruro de potasio*

De 70 % de cloruro puro, 44,16 % potasa anhidra

75	—	47,32	—
80	—	50,47	—
82	—	51,73	—
84	—	53,00	—
86	—	54,26	—
88	—	55,52	—
90	—	56,78	—
92	—	58,04	—
94	—	59,30	—
96	—	60,57	—
98	—	61,83	—
100	—	63,09	—

### *Sulfato de potasa*

De 25 % de sulfato puro, 13,51 % potasa anhidra

30	—	16,21	—
90	—	48,62	—
92	—	49,70	—
95	—	51,32	—
98	—	52,94	—
100	—	54,02	—



*Kainita*

De 23 % de sales ptás<sup>cas</sup>, 12,42 % potasa anhidra  
 25 — — 13,51 — —

Consignamos la cantidad de potasa en 100 de cloruro y sulfato puros, aunque en el comercio no se expenden nunca con ese grado de pureza, para facilitar la comprobación de las cantidades consignadas en los boletines; así:

Si 100 de sulfato puro contiene 54'02 de potasa, un sulfato del comercio de 94 por 100 de riqueza, ¿cuánta potasa contiene?

$$100 : 54'02 :: 94 : x$$

$$x = \frac{54'02 \times 94}{100} = 50'78.$$

El sulfato en cuestión tiene, pues, 50'78 por 100 de potasa anhidra.

Veamos ahora la forma en que deben redactarse, en cumplimiento de las disposiciones vigentes, las facturas ó boletines de garantía.

Supongamos, para comprender todos los casos y la especificación del estado químico de las primeras materias que entran á constituir los abonos comerciales, que se confeccionan dos mezclas: entran en la primera sulfato de amoníaco, superfosfato de cal y sulfato de potasa, y en la segunda nitrato de sosa, fosfatos Thomas, sangre desecada y cloruro potásico.

*Abono para.....*

Sulfato de amoníaco, de veinticuatro á veinticinco por 100 de amoníaco, equivalente á veinte á veintiuno por 100 de nitrógeno. . . . .	45 Kg.
Superfosfato de cal, de diez y seis á diez y ocho por 100 de ácido fosfórico soluble al agua y citrato amónico. . . . .	40 »
Sulfato de potasa, de noventa á noventa y dos por 100 de pureza, equivalente á cuarenta y ocho á cincuenta por 100 de potasa anhidra. . . . .	15 »
	<hr/>
	100 Kg.

*Principios fertilizantes en 100 Kg. de este abono*

Nitrógeno amoniacal. . . . .	9'23 Kg.
Acido fosfórico. . . . .	6'80 »
Potasa anhidra soluble en el agua. . . . .	7'37 »

*Abono para.....*

Nitrato de sosa, de quince á diez y seis por 100 de nitrógeno. . . . .	35 Kg.
Sangre desecada, de once á doce por 100 de nitrógeno. . . . .	20 »
Escorias Thomas, de diez y seis por 100 de ácido fosfórico soluble al citrato. . . . .	40 »
Cloruro de potasio, de noventa y dos á noventa y cinco por 100, equivalente á cincuenta y ocho á sesenta de potasa anhidra. . . . .	5 »
	<hr/>
	100 Kg.

*Principios fertilizantes en 100 Kg. de este abono*

Nitrógeno nítrico. . . . .	5'43 Kg.
Id. orgánico. . . . .	2'30 »
Id. total. . . . .	7'73 »
Acido fosfórico. . . . .	6'40 »
Potasa anhidra soluble en el agua. . . . .	2'95 »

El artículo 13 del repetido decreto preceptúa que las dosis de cada elemento fertilizante, nitrógeno, potasa, etc., que contiene cada substancia, podrán indicarse por dos números que representen los límites máximo y mínimo del tanto por ciento correspondiente; *pero no se diferenciarán entre sí más de una unidad para el nitrógeno, dos unidades para el ácido fosfórico y dos á dos y media unidades para la potasa*: según esto, los boletines de venta de primeras materias, no se ajustan á este precepto en cuanto á la potasa se refiere, al anunciar, como lo hacen, sulfato de potasa de 90 á 95 por 100 y cloruro de potasio de 80 á 85 por 100; pues la potasa correspondiente á estos límites excede el margen de 2 á 2 y 1/2 unidades, que tolera el referido artículo 13. Efectivamente, el sulfato de potasa de 90 por 100 de riqueza tiene 48'62 por 100 de potasa anhidra, y el sulfato de 95 por 100, tiene 51'32 de potasa; la diferencia entre ambas cantidades de álcali es 2'70, superior al margen concedido.

Del propio modo, el cloruro de potasio de 80 por 100 de riqueza, su equivalente en potasa anhidra es 50'47, y el cloruro, cuya riqueza es de 85 por 100, su equivalente en potasa es 53'63; la diferencia de las cantidades de potasa, 3'16, es todavía mayor que en el primer caso; esta pequeña incorrección, que se comete, sin duda, por inve-

terada costumbre, pudiera fácilmente subsanarse no consignando más que un margen de 4 unidades para el sulfato, de 80 á 84 por 100, de 92 á 96 por 100 de pureza, por ejemplo, y de 2 á 3 unidades para el cloruro, de 70 á 73, de 85 á 88, etc.; de esta manera, la diferencia entre los límites máximo y mínimo de potasa en todos casos, no excedería nunca de 2 y 1/2 unidades, preceptuado por las disposiciones vigentes sobre esta materia, cuya vital importancia no podemos, al terminar este modesto trabajo, dejar de encarecer á nuestros lectores, por cuanto el empleo racional de los abonos minerales, ya solos ó como auxiliares de los estiércoles, abre nuevos y vastos horizontes á la industria agrícola, base firme y única de nuestra prosperidad y de nuestra riqueza.



FIN





# ÍNDICE

Págs.

## PRELIMINARES

Elementos de las plantas y de los abonos. . . . .	10
Clasificación de los abonos industriales. . . . .	18

## ABONOS NITROGENADOS

Nitrato de sosa. . . . .	22
Nitrato de potasa. . . . .	37
Sulfato de amoníaco. . . . .	42
Otras sales amoniacaes. . . . .	58
<b>Materias de origen orgánico . . . . .</b>	<b>61</b>
Sangre desecada. . . . .	61
Carne desecada ó harina de carne. . . . .	64
Residuos de lanas, de peleterías, etc. . . . .	66
Residuos de pesquerías. . . . .	69

## ABONOS FOSFATADOS

Fosfatos minerales. . . . .	83
Guano fosfatado. . . . .	86
Fosfato de huesos. . . . .	88
Negro animal. . . . .	92
Escorias de desfosforación. . . . .	94
Superfosfatos. . . . .	98
Superfosfatos enriquecidos. . . . .	105
Fosfato precipitado. . . . .	106

	Págs.
Valor agrícola de los abonos fosfatados. . . . .	109
Empleo de los fosfatos como abono. . . . .	115

### ABONOS POTÁSICOS

Extracción y fabricación de las sales potásicas. . . . .	124
Sales potásicas de Stassfurt. . . . .	128
Fabricación de sales concentradas. . . . .	131
Cloruro de potasio. . . . .	131
Sulfato de potasa . . . . .	133
Composición y caracteres de las sales potásicas. . . . .	133
Empleo de las sales potásicas como abono. . . . .	135
Aplicación de las sales potásicas. . . . .	138
Cenizas. . . . .	148

### ABONOS CALCÁREOS

Fabricación de la cal y su composición. . . . .	158
Encalado.—Sus ventajas é inconveniente. . . . .	160
Empleo agrícola del yeso. . . . .	162
Acción del yeso sobre las tierras y las plantas. . . . .	163
Empleo agrícola del sulfato de hierro. . . . .	165
Abonos mixtos comerciales. . . . .	167

---

<i>Fórmulas de abonos minerales.</i> . . . .	177
<i>Disposiciones legales.</i> . . . .	187

---

CASA EDITORIAL DE

SUCESORES DE MANUEL SOLER

BARCELONA: Consejo de Ciento, 416 — Apartado en Correos 89

BUENOS AIRES: Calle Salta, 470

---

Biblioteca de Autores Españoles y Extranjeros.

Biblioteca Útil y Económica de Conocimientos Enciclopédicos **MANUALES-SOLER.**

Biblioteca Científico-Popular de Historia Natural.

Biblioteca de Grandes Poemas. Edición económica.

Biblioteca Jurídico-Popular Española.

Obras Científicas y Literarias.

Escritorios y Despacho: Consejo de Ciento, 416

---

LITERATURA

MEDICINA E HIGIENE

CIENCIAS NATURALES Y FISICO-QUÍMICAS

CIENCIAS SOCIALES, MORALES Y POLÍTICAS

LITERATURA Y ARTE MILITAR

HISTORIA

DERECHO Y LEGISLACIÓN

CIENCIAS EXACTAS

INDUSTRIA, AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

GEOGRAFIA

# ¿A quién es útil?

—Á los Ayuntamientos, Alcaldes, Secretarios, Conta-  
dores y Depositarios municipales, Agentes de nego-  
cios, Aspirantes á Secretarios y Contadores de Muni-  
cipio y Diputaciones y á cuantas personas intervienen  
en la Administración pública provincial y municipal.

## CONTABILIDAD MUNICIPAL POR PARTIDA DOBLE

TEÓRICO-PRÁCTICA Y ARREGLADA AL AÑO NATURAL Ó CIVIL  
PARA EL EJERCICIO DE LOS  
PRESUPUESTOS PROVINCIALES Y MUNICIPALES

por

D. FEDERICO A. FERRAN Y SALVADOR

---

**2257 páginas - DOS VOLUMINOSOS TOMOS - 2257 páginas**

La obra que se anuncia, tiene por único y exclusivo objeto, auxiliar al Secretariado, para que pueda cumplir sus deberes con la mayor exactitud y puntualidad en todo cuanto tenga relación con la contabilidad municipal y provincial.

La práctica demuestra diariamente á los Secretarios de Ayuntamiento y á los Contadores de fondos municipales ó provinciales, las infinitas dificultades que han de vencer en lo que concierne á contabilidad, sobre todo desde la publicación de la ley de 28 de noviembre de 1899, estableciendo el año natural ó civil, adaptada por Real Decreto de 30 del mismo mes para el ejercicio de los presupuestos provinciales y municipales, que obliga á los indicados funcionarios á fatigar su atención y perder un tiempo pre-



cioso en busca de la multitud de disposiciones legisladas para resolver cualquier duda.

Gran fuerza de voluntad exige el manejo y distribución del Tesoro de un Municipio, por cuyo motivo todas las corporaciones populares han de procurar que los fondos confiados a su celo tengan la debida aplicación, para evitar la más mínima censura de los administradores.

Uno de los puntos más capitales en los Municipios, es, sin duda, el que atañe a su administración y contabilidad, base fundamental del buen nombre y desarrollo de los pueblos.

La ley Municipal vigente es poco extensa en esta materia, y hace que la contabilidad de los Ayuntamientos siga una marcha tortuosa, debido a la ineficacia de lo legislado y a la costumbre, muy generalizada, de infringir los preceptos legales, no por mala voluntad de los encargados de cumplir las reales disposiciones, sino por vicios o defectos de la propia legislación administrativa, por la multitud de Leyes, Reglamentos, Decretos y Reales Ordenes que rigen en la materia.

Pues bien: la obra que ofrecemos a Secretarios y Contadores, como al público en general, abraza todos los puntos principales del Derecho Administrativo en materia de contabilidad, detallando y exponiendo en su primer capítulo una idea de lo que se entiende por administración, así como las leyes y disposiciones necesarias, las circulares de la Dirección General de 1886 y 1887, lo mismo que la ley de 1889 que estableció el año natural ó civil en la contabilidad del Estado y el correspondiente Real Decreto de adaptación para la contabilidad provincial y municipal.

La obra trata de lo que debe entenderse por contabilidad municipal y su fundamento; de los principios generales ó nociones primordiales de la Teneduría de libros por partida doble que prescriben las leyes; citando textos legales respecto a los deudores y acreedores de un Ayuntamiento, para que puedan servir en la práctica a los Secretarios y Contadores.

Asimismo se ocupa de los presupuestos adicionales que sirven de base en la contabilidad simulada, para la formación de los presupuestos ordinarios, como también contiene una serie de capítulos y artículos explicativos de un presupuesto de ingresos, de los reintegros de pagos indebidos y de la formación de los presupuestos ordinarios.

La práctica de la contabilidad simulada, tanto en los Borradores, como en los libros Diario, Mayor y Cuentas corrientes, no deja lugar a duda.

En uno de los Capítulos se trata de lo que concierne a los Depositarios, presentando también ejemplos prácticos sobre el libro de Caja, el de arqueo de fondos y el Auxiliar de ingresos y gastos, que son indispensables en una Depositaria, como también sobre las Cajas especiales.

En otro Capítulo figuran los justificantes de Cargo y Data, en forma práctica y con arreglo a los libros de contabilidad mencio-

nados, haciendo después las distribuciones de fondos mensuales, balances, cuentas trimestrales y nóminas.

Nada se omite en la obra **Contabilidad Municipal** con respecto a Cárceles de partido, sus presupuestos, libros de contabilidad y rendición de cuentas; descuentos, pago de atenciones de primera enseñanza, positos, transferencias de crédito, etc.

Todo cuanto afecta al Secretariado se encuentra en la obra, no solo en lo ya indicado, sino en lo relativo a responsabilidades, devolución de cuentas, períodos de ampliación, resultas y refundiciones, malversación de caudales, agentes de recaudación, revisión de cuentas aprobadas por la superioridad, apremios en todas sus fases y recursos administrativos para cuantos casos puedan ocurrir.

El libro **Contabilidad Municipal** está escrito en lenguaje claro y conciso, dando la debida importancia a la parte práctica, sobre todo en aquellos asuntos de difícil manejo, pues obedece al deseo de desvanecer toda duda ó preocupación en los Secretarios y Contadores, á cuyo fin se expone en la obra todo un sistema de contabilidad y hasta una Secretaria imitada.

Consultando el libro **Contabilidad Municipal**, desarrollado con arreglo á las leyes y á la experiencia, se ahorran los esfuerzos inútiles que desaniman á los Secretarios de Ayuntamiento, atendidos los múltiples y complicados asuntos que sobre ellos pesan y que las más veces son causa de que se lleve una contabilidad municipal bajo todos conceptos desastrosa.

Para evitarlo, nada más fácil que seguir el libro en la práctica, con lo que se conseguirá una administración regularizada y se evitarán responsabilidades, pudiendo por este motivo exponerse al público examen todo lo que afecta á una Secretaria.

Estamos seguros de que la obra **Contabilidad Municipal** responde á una necesidad, y que por ello merecerá la aprobación de los Secretarios, Contadores de fondos y Corporaciones provinciales y municipales.

---

## VENTAJA DE ADQUISICIÓN

---

Cedemos la presente obra á pagar á plazos mensuales, mediante contrato que facilita esta Casa á quien lo solicite, dirigiéndose á

**Sucesores de MANUEL SOLER - Editores**

BARCELONA: Consejo de Ciento, 416 — Apartado en Correos 89

BUENOS AIRES: Calle Salta, 470

# TESORO DEL AGRICULTOR

---

NOVISIMO TRATADO TEÓRICO-PRÁCTICO

DE

# AGRICULTURA Y ZOOTECNIA

EL MÁS COMPLETO QUE SE HA PUBLICADO EN EUROPA  
REDACTADO SEGÚN LAS OBRAS MÁS EMINENTES DE AGRÓNOMOS  
ESPAÑOLES Y EXTRANJEROS

por

**D. JOAQUIN RIBERA**

Ingeniero

Obra declarada de enseñanza y consulta para los Agricultores,  
Terratenientes y Ganaderos de España,  
según Real Orden del Ministerio de la Gobernación

---

Premiada en la Exposición celebrada por la Sociedad Catalana  
de Horticultura en 1895, la primera parte,  
y en la Feria Concurso Agrícola de Barcelona de 1898, la obra  
completa, época de su terminación

---

**Ilustrada con más de 5000 grabados en negro y en colores**

---

El presente **Tratado de Agricultura y Zootecnia**, por las especialísimas condiciones que reúne, llena de tal modo el objetivo de destruir rutinas, exponer utilísimas innovaciones y propagar, en una palabra, todos los conocimientos relativos a la agricultura, a las industrias agrícolas y a la cría de animales domésticos, que es en este concepto una obra de interés nacional, de actualidad vivísima y de capital importancia.

Comprende la Agrología, ó sea el conocimiento de las tierras en su relación con la Agricultura, la Ganadería, Viticultura, Vini- cultura é Industrias agrícolas; la Legislación rural y las ins-

trucciones útiles y necesarias que han sido practicadas en los países más adelantados para obtener el mejor rendimiento de las tierras labrantías, huertas, jardines, viñedos, bosques, selvas, prados, páramos, arenales, yermos, etc.

Expone claramente el cultivo y labores propios de todos los productos agrícolas y muy detalladamente de los cereales, vinos, aceites, legumbres, tubérculos, textiles, azúcares, etc.

Abarca la enseñanza del desagüe ó saneamiento de aguazales; de la enmienda, mejora ó mezcla de terrenos estériles ó insalubres para volverlos fecundos; de los métodos de riego más ventajosos; de los abonos agrícolas; del uso de máquinas é instrumentos más beneficiosos; de las construcciones rurales; en una palabra, de todo cuanto pueda interesar á los que se dedican al cultivo de las tierras ó á la cría de animales útiles.

Este Tratado es, de todos los editados en España, no sólo el más completo, sino el único que contiene los más modernos adelantos que en los diversos ramos que trata se han introducido.

La prensa, al juzgarla, la ha calificado de obra de interés nacional, porque al propagarse entre los agricultores, terratenientes, ganaderos y entre cuantos á las industrias con la agricultura relacionadas se dedican, se difundirán conocimientos y prácticas que han de contribuir á despertar energías, á fomentar riquezas inexploradas y á dar vigoroso impulso á la tan ansiada regeneración de nuestra patria.

Comprendiendo el Gobierno las ventajas de esta obra y la necesidad de que las Corporaciones populares le prestaran su concurso, cumpliendo un alto deber gubernamental y de patriotismo, expidió el Ministerio de la Gobernación y transmitió á los Gobernadores civiles de las provincias, la Real orden siguiente:

«Siendo de verdadera utilidad, y de necesidad al propio tiempo, para el mejoramiento y buen resultado de las faenas agrícolas y cría de ganados, la obra titulada **Novísimo Tratado teórico-práctico de Agricultura y Zootecnia**, el Rey (q. D. g.) y en su nombre la Reina Regente del Reino, ha tenido á bien disponer me dirija á V. S., á fin de que, á título de protección, se sirva interesar de los Ayuntamientos de esa provincia la adquisición de un ejemplar, que sirva de enseñanza á los agricultores y ganaderos.»

Esta obra consta de 100 cuadernos y la ilustran más de 5,000 grabados en negro y en colores. Forma cinco voluminosos tomos, cuatro de texto y un atlas.

**SE VENDE A PLAZOS \* PIDANSE DETALLES**



## ¿Cómo viven los animales?

Consúltese la monumental obra  
del eminente sabio, ilustre viajero é incomparable zoólogo

Dr. A. E. BREHM

# LA VIDA DE LOS ANIMALES

1648 riquísimos grabados;

193 láminas en colores;

6 voluminosos tomos formando un conjunto de

4114 páginas en folio.

No dudamos en calificar de **notabilidad editorial** esta espléndida edición monumental de la obra de Brehm, única en España. Los sabios naturalistas y los exploradores más distinguidos se apresuraron á saludar la segunda edición de **LA VIDA DE LOS ANIMALES** como un acontecimiento sorprendente; quién la llama **notabilísima** y dice que es un verdadero tesoro; quién la señala como la **obra de mayor mérito hasta ahora conocida**, destinada á **popularizar los estudios de la Zoología**; quién la encuentra **admirable** en todas sus partes, ó bien tan excelente, que no admite comparación por su mérito científico, literario y artísti-

co; quién la declara el libro más popular y utilísimo en materia de ciencias naturales, ó la considera **bajo todos conceptos única** en su clase; quién la proclama «el mejor, sin disputa alguna, de todos los tratados de Zoología de todas las naciones, de todos los países, de todos los tiempos y de todas las lenguas», y quién, por último, la define «monumento de verdades naturales, libro tan ameno como instructivo para el profano, y manantial de goces y solaz intelectual para los iniciados en estos estudios», después de reconocerla como un **hallazgo de tesoros inestimables**.

En éstos ó parecidos términos se expresan los primeros naturalistas de Europa.

Deseosa esta CASA EDITORIAL de popularizar los conocimientos en todos los ramos del humano saber y de que la adquisición de estos conocimientos sea patrimonio de todas las clases sociales, aun para aquellas que, siendo aficionadas al estudio, no se hallan en condiciones de adquirir al contado una obra de la importancia de **LA VIDA DE LOS ANIMALES**, ha organizado el servicio de **venta á plazos mensuales**, proporcionando al público el medio de poseer un caudal de conocimientos con la adquisición de una obra proclamada como la más importante, la más completa y la más económica por su perfectísima estampación, la riqueza de grabados que atesora y la multitud de láminas coloreadas que la adornan, constituyendo su totalidad un completísimo álbum descriptivo de los seres del reino animal.

# MONUMENTOS

DEL

# ARTE ESPAÑOL

---

MAGNÍFICA RECOPIACIÓN  
DE LAS BELLEZAS ARQUITECTÓNICAS MÁS NOTABLES  
QUE POSEE ESPAÑA  
CON SU CORRESPONDIENTE RESEÑA HISTÓRICO-TÉCNICA

por

**Pedro Huguet Campañá**

---

Lujosa y espléndida edición con numerosas fototipias  
sacadas directamente del natural

---

## LÁMINAS QUE CONTIENE:

- Lorca:** Vista de la puerta principal de la Iglesia de San Patricio.
- Sevilla:** Vista del patio de la casa de Pilatos; Fuente del patio de la casa de Pilatos; Corredores del piso principal de la casa de Pilatos.
- Alicante:** Fachada de la Iglesia de Santa María; Casas Consistoriales.
- Granada:** Alhambra: Patio de los Leones; Puerta judiciaria; Puerta del Salón de Abencerrajes; Patio de los Arrayanes; Galería interior del Salón de Embajadores.
- Murcia:** Catedral: Puerta de los Apóstoles.—Convento de Jerónimos.—Glorieta y Casas Consistoriales.
- Paíma de Mallorca:** Castillo de Bellver.
- Córdoba:** Puerta morisca de la Catedral.
- Granada:** Fachada del Palacio de Carlos Quinto.
- Córdoba:** Capilla de la Catedral.—Puerta del Perdón de la Catedral.—Interior de la capilla de los señores de Vélez.—Mirhab de la Mezquita.—Vista interior de la Catedral.—Puente romano.
- Granada:** Vista interior y del coro de la Cartuja.—Vista interior de la sacristía de la Cartuja.

**Palma de Mallorca:** Casa Lonja.

**Sevilla:** Alcázar: Galería de D. Pedro; Jardines; Vista general del patio de las Doncellas; Patio de las Muñecas; Vista del Salón de Embajadores; Detalle del patio de las Muñecas; Patio de las Doncellas, visto desde el Salón de Embajadores; Detalle del Salón de Embajadores; Sala; Detalle del patio de las Doncellas.—Plaza de Armas.—Plaza de San Fernando

**San Cugat del Vallés:** Vista general de los Claustros.—Portada de la Iglesia del Monasterio.—Detalles del Claustro del Monasterio.

**Barcelona:** Patio de la casa Dalmases.—Cascada del Parque.—Escalera monumental de la Sección marítima del Parque.

**Lorca:** Vista interior del Pantano.—Plaza de la Constitución.—Casa noble.

**Palma de Mallorca:** Puerta principal de la Catedral.—Puerta principal de la Iglesia de San Francisco.—Fachada de la Iglesia de San Miguel.—Patio de la Iglesia de San Francisco.

**Castellón de Ampurias:** Fachada de la Iglesia.—Interior de la Iglesia.—Altar mayor de la Iglesia parroquial.—Abside de la Iglesia.

**Barcelona:** Fachada principal de la Casa Lonja.—Escalera monumental de la Casa Lonja.—Portada de Santa María del Mar.

**Gerona:** Catedral: Puerta principal; Puerta de los Apóstoles; Claustro; Detalles del Claustro.

**Barcelona:** Palacio de la Diputación provincial.—Medallón de la fachada lateral de la Audiencia.—Patio de la Audiencia.—Claustro de la Iglesia de San Pablo del Campo.

**Poblet:** Bodega del Monasterio.—Sala-biblioteca del Monasterio.—Vista general de los Claustros del Monasterio.—Detalles del Claustro del Monasterio.—Sepulcro real en el Monasterio.

**Santas Creus:** Detalles del Claustro del Monasterio.—Escalera del Palacio Real.—Puerta de la Sala capitular del Monasterio.

**Perelada:** Vista exterior del Castillo.—Torreones del Castillo.—Claustro del Convento de Santo Domingo.

**Vich:** Monumento á Balmes.

**Ripoll:** Detalles del Claustro del Monasterio.—Puerta principal del Monasterio.—Claustro del Monasterio.—Abside del Monasterio.—Fachada del Monasterio.

**Bellpuig:** Sepulcro del Duque de Cardona.—Claustro del Convento de Franciscanos

**Manresa:** Vista general y Catedral.—Fachada de la Iglesia de la Cueva de San Ignacio de Loyola.

**Tarragona:** Fachada de la Catedral.—Patio del Claustro de la Catedral.

**Lérida:** Vista general.

**Barcelona:** Fragmento de la fachada antigua de las Casas Consistoriales.—Puerta de Santa Eulalia de la Catedral.—Puerta de la Piedad de la Catedral.—Fachada de la Catedral.—Iglesia de las Salesas.—Claustro de la Catedral.—Verja de una de las Capillas del Claustro de la Catedral.—Sepulcro de Francisco Despla y puerta de la Capilla del Sacramento en el Claustro de la Catedral.

**Montserrat:** Vista general del Monasterio.



# HONGOS COMESTIBLES Y VENENOSOS

POR

**D. BLAS LAZARO E IBIZA**

*Doctor en Ciencias Naturales y en Farmacia, Catedrático de Botánica  
en la Facultad de Farmacia de la Universidad Central,  
Académico de la de Ciencias exactas, físicas y naturales*

---

Esta importante publicación trata del conocimiento de una substancia alimenticia que interesa conocer íntimamente para evitar los peligros á que está sujeto el individuo por la ignorancia en distinguir los que son nocivos á la salud y los que, deleitando el paladar, son beneficiosos para la nutrición de la sangre. De un valor científico indiscutible, por ser su autor conocedor profundo de la Botánica, detalla su producción y clasificación en especies, dando idea general de los hongos; diferencias entre los hongos venenosos y los comestibles (himonomicetos, gasteromicetos y ascomicetos); venenosos ó sospechosos; su recolección, conservación y preparación; envenenamiento producido por los hongos, y, finalmente, el modo de practicar su cultivo.

*(Volumen XI de la Biblioteca Manuales-Soler)*

# LAS EPIDEMIAS

POR EL

Dr. D. Federico Montaldo

---

Los universales progresos realizados por la Higiene pública en estos últimos veinte años, en que se ha transformado por completo, en sentido esencialmente experimental, hasta el punto de constituir ella hoy la rama más interesante de la Ciencia social, como lo reconocen y certifican, con sus trabajos incesantes por desarrollarla ó implantarla sobre bases positivas en los distintos órdenes de la vida, los Gobiernos y las naciones que marchan á la cabeza de la civilización, nos movieron al deseo de que figurase en nuestra Biblioteca práctica de vulgarización un Manual en que se describiesen aquellos progresos y estos trabajos, en relación sobre todo con «**Las Epidemias**», esos mortíferos azotes de la Humanidad, que de continuo diezman ó amenazan, y se consignan, además, los medios, realmente eficaces, de defensa colectiva é individual que se conocen y emplean al presente contra las principales; procurando dar al conjunto condiciones que lo hiciesen asequible á todas las inteligencias y facilitasen, por su claridad de difusión, en cuanto de nosotros dependiese, la inmediata aplicación en nuestro país, para bien de todos, de tan útiles é interesantes doctrinas, que no por ser modernas y poco conocidas todavía entre nosotros, dejan de ostentar ya la sanción del éxito positivo, conseguido en otros pueblos más adelantados.

(Volúmen XXX de la Biblioteca Manuales-Soler)



VOCABULARIO

—  
APÉNDICE AL VOLUMEN XX

de la colección

MANUALES - GALLACH

# Abonos Industriales

por

ANTONIO MAYLÍN

— Definición sintética de las palabras —  
o voces técnicas contenidas en dicho tomo





COMPAÑIA ANÓNIMA DE  
LIBRERÍA PÚBLICA  
CIONES Y EDI-  
CIONES



# Abonos industriales

A. Maylin

## VOCABULARIO

de las palabras técnicas contenidas en este tomo

**Abono.**—Recibe el nombre de *abono*, toda substancia que se incorpora a la tierra cultivada con el objeto de aumentar la cantidad de principios alimenticios, que ella contiene, utilizables por los vegetales, o de procurarle los que ya han sido absorbidos por estos mismos vegetales.

**Abonos fosfatados.**—Substancias orgánicas o minerales que se añaden al suelo para ofrecer a la planta uno de los elementos más importantes de la nutrición

vegetal, que es el *ácido fosfórico*.

**Abonos calcáreos.**—Substancias orgánicas o minerales que se añaden al suelo con el objeto de ofrecer a la planta *la cal*, que es un elemento esencial de la nutrición de los vegetales.

**Abonos nitrogenados.**—Son aquellos que tienen por objeto dar al suelo el *nitrógeno* en diversas formas, elemento indispensable y esencial de las plantas.

**Abonos potásicos.** — Aquellos que contienen como base principal, la potasa elemento necesario a la nutrición vegetal y que con el nitrógeno y el ácido fosfórico constituye una alimentación completa.

**Agrícola.** — Adjetivo que se aplica a todo lo referente a la agricultura.

**Agricultor.** — Nombre del que practica la agricultura o del que hace de ella su profesión.

**Agricultura.** — Arte de cultivar la tierra para hacerla producir.

**Albumina.** — Sustancia que representa el grado superior de la organización vegetal por su compleja composición y que abunda también en los tejidos animales. Es incolora, insípida, soluble en el agua y coagulable. Constituye casi exclusivamente la clara de huevo.

**Albuminóideo.** — Con el nombre de compuestos *albuminóideos* se designan ciertas sustancias muy afines al principio inmediato de la clara de huevo, y cuya composición y cuyas propiedades recuerdan las de este principio, que es la *albúmina*.

**Alcali.** — Nombre gené-

rico de los compuestos químicos que tienen por caracteres distintivos enverdecer el jarabe de violeta, enrojecer el color amarillo de cúrcuma, devolver el color azul de los vegetales enrojecidos por los ácidos, y dar cuerpos llamados *sales* cuando se combinan con los ácidos. Tales son los óxidos de potasio, sodio, amonio, etcétera, metales que se llaman alcalinos.

**Aleatorio.** — Se dice de todo convenio a título oneroso, cuyos resultados dependen de acontecimientos inseguros. Por extensión se aplica a todo lo fortuito.

**Alibil.** — Sin duda por error de caja se halla esta palabra varias veces repetida en el texto de la obra, palabra que no existe en castellano.

En español se dice *alible*, voz derivada de la palabra latina *alibile*, ablativo de *alibitis*, que significa *nutrición*. Así pues, *alible* se aplica a toda sustancia propia para la nutrición.

**Alúmina.** — Óxido de aluminio, que en el estado anhidro es una piedra preciosa que, según su coloración, recibe los nombres de corindón, (incolora), rubí (roja, topacio oriental (ama-

rilla), zafiro (azul), amatista oriental (violeta púrpura), etc.

**Apatito.** — Nombre con que se distingue el fosfato de cal natural, que se presenta en estado cristalino en las rocas eruptivas, y a veces en estado terroso.

**Areómetro.** — Areómetro, en general, es un instrumento destinado a determinar la densidad de los líquidos y de los sólidos, y a indicar el grado de concentración de una disolución o de una mezcla.

**Bacilos.** — Organismos microscópicos y unicelulares del grupo de bacterias.

**Bacterias.** — Organismos microscópicos y unicelulares, causantes de la fermentación de muchas sustancias orgánicas.

**Calichero.** — Nombre con el cual se designan los yacimientos de nitrato de sosa, que en considerables extensiones, se encuentran en las costas del Pacífico, en Perú, Chile y Bolivia. Se llaman también *salitrales*.

**Carbunco.** — Tumor virulento gangrenoso, maligno, negruzco en el centro, de curso agudo y que, si no se atajan pronto sus efectos, ocasiona la infec-

ción general de la sangre.

**Carnalita.** — Cloruro doble hidratado de potasio y magnesio, que se explota para las atenciones agrícolas.

**Caseína.** — Substancia que constituye la mayor parte de las albúminas de la leche de los mamíferos. Las caseínas se distinguen de las albúminas propiamente dichas en que no son coagulables por el calor.

**Causticidad.** — Propiedad de lo *caústico*, esto es, de lo que quema y desorganiza.

**Célula.** — Elemento fundamental de la estructura de los seres vivos.

**Cianuro.** — Cuerpo resultante de la combinación del cianógeno con los metales.

**Clorofila.** — Substancia considerada como un principio inmediato de los vegetales y que forma las partes verdes de éstos, especialmente las hojas.

**Cohesión.** — Fuerza que mantiene unidas las moléculas de los cuerpos. La cohesión es muy grande en los sólidos, muy ligera en los líquidos y casi nula en los gases.

**Concreción.** — Cuerpo resultante de la concentración de los elementos de una

substancia, que se agrupan en ciertos puntos del organismo en que estaban diseminados.

**Coníferas.**—Familia de plantas fanerógamas (de órganos visibles de reproducción), de tronco cuyo espesor aumenta por capas anuales y de flores unisexuales; por ej., el pino, el sabino, el cedro, etc.

**Convertidor.**—Retorta grande, metálica, bañada interiormente de materias refractarias y en la cual, por medio de una corriente de aire muy viva, se oxida la fundición de hierro para transformarla en acero.

**Coprolitos.**—Excrementos fósiles de animales antediluvianos. Llámense también *nódulos*.

**Crud de amoniaco.**—Producto secundario de la fabricación del gas, que se mezcla a ciertos abonos, conocidos con el nombre de *guanos artificiales*, y cuyo objeto es elevar su contenido de nitrógeno.

**Churre**—Pringue gruesa y sucia que corre de alguna cosa grasienta, generalmente del sudor de los animales, y sobre todo del ganado lanar, la cual contiene mucha potasa. Se llama también *suarda*.

**Deliquescente.**—Se dice de las substancias que tienen la propiedad de atraer la humedad del aire, impregnándose de ella y resolviéndose en líquidos.

**Destilación.**—Operación que consiste en someter un cuerpo a la acción del calor para recoger sus principios volátiles, desprendidos de los principios fijos.

**Diálisis.**—Procedimiento de separación o de análisis químico, fundado en la propiedad que poseen ciertas substancias de atravesar fácilmente membranas porosas, en tanto que otras substancias son retenidas por tales membranas.

**Dolomítico.**—Adjetivo que designa lo referente a la *doiomita*, la cual es un carbonato natural doble de cal y de magnesia.

**Drenaje.**—Operación que consiste en disminuir la humedad de los terrenos por medio de cañerías.

**Encalado.**—Operación que tiene por objeto incorporar la cal a los suelos laborables.

**Enmienda.**—En agricultura se entiende por *enmienda* el efecto de algunas substancias que, incorporadas al suelo laborable,



modifican las propiedades físicas de éste.

**Escoria.** — Substancia vitrificada que sobrenada en la superficie de los metales en fusión.

**Esparraguina.** — Fosfato de cal, de color verde parecido al del espárrago. Es el llamado *apatito*, que se beneficia en Jumilla (Murcia).

**Esponjiola.** — Nombre de ciertas partes de los vegetales, situadas en la superficie de la raíz, y que se caracterizan por ser muy ávidas de los líquidos que se ponen en su contacto.

**Esquilmo.** — Efecto de haber chupado las plantas los jugos de la tierra.

**Estercoladura.** — Acción y efecto de estercolar, que es la operación de echar estiércol en las tierras para beneficiarlas.

**Estiércol.** — Materias vegetales fermentadas que se destinan al abono de las tierras.

**Estratificación.** — Disposición de un terreno por capas sedimentadas y superpuestas.

**Fibrina.** — Substancia blanca, orgánica, insípida e inodora, que constituye principalmente la fibra muscular y se halla también

en la sangre, a la que comunica la propiedad de coagularse.

**Foliáceo.** — Lo que se compone de hojas o que tiene la conformación y la consistencia de las hojas.

**Fosforita.** — Fosfato natural de cal que se presenta en masas terrosas compactas y a veces en masas pulverulentas.

**Fosfato.** — Nombre que comprende a todas las sales en las que entra como elemento ácido el ácido fosfórico.

**Gluten.** — Materia viscosa que queda en la harina de los cereales, después de haber quitado el almidón.

**Guano.** — Materia de formación muy antigua a veces, resultante de la acumulación de excrementos y de cadáveres de aves marinas, y que se emplea como abono.

**Higroscopioidad.** — Facultad de absorber la humedad.

**Higroscópico.** — Lo que se refiere al grado de humedad de la atmósfera.

**Humus.** — Materia parda o negruzca que se forma en el suelo cultivado, en los estercoleros, etc., por la descomposición de la paja, de las hojas, de las maderas

y de toda especie de despojos orgánicos.

**Kainita** — Sulfato hidratado natural de magnesia y potasa, que se encuentra en el Vesubio y en algunas fermentaciones salíferas.

**Kieserita**. — Sulfato hidratado natural de magnesia, que se encuentra en algunas formaciones salíferas.

**Legúmina**. — Substancia rica en nitrógeno y en azufre extraída de los granos de las leguminosas o legumbres.

**Lejía**. — Disolución acuosa de potasa o de sosa en la cual se macera la ropa blanca. Todas las cenizas sin excepción pueden producir lejías.

**Marga**. — Tierra blanquecina y gredosa, formada principalmente de arena sílicea, cal carbonatada y arcilla.

**Nitrificación**. — Transformación del amoníaco y de las sales en nitratos.

**Nitritos**. — Sales en las cuales entra el ácido nitroso.

**Nódulos**. — (Véase *coprolitos*).

**Pollhalita**. — Sulfato triple natural de cal, potasa y magnesia.

**Potasa**. — Nombre dado a varios derivados del potasio y a todas las variedades de carbonatos de potasio impuras. *Potasa cáustica* (hidrato de potasio), *potasa carbonatada* (carbonato de potasio).

**Rastra**. — Instrumento de los labradores y hortelanos para recoger hierbas secas y broza.

**Salitre**. — Nitrato de cal, que se encuentra en eflorescencia en las paredes húmedas. También se llama *salitre* o *nitro* al nitrato de potasio.

**Selenita**. — Sal producida por la combinación del ácido selenioso con una base.

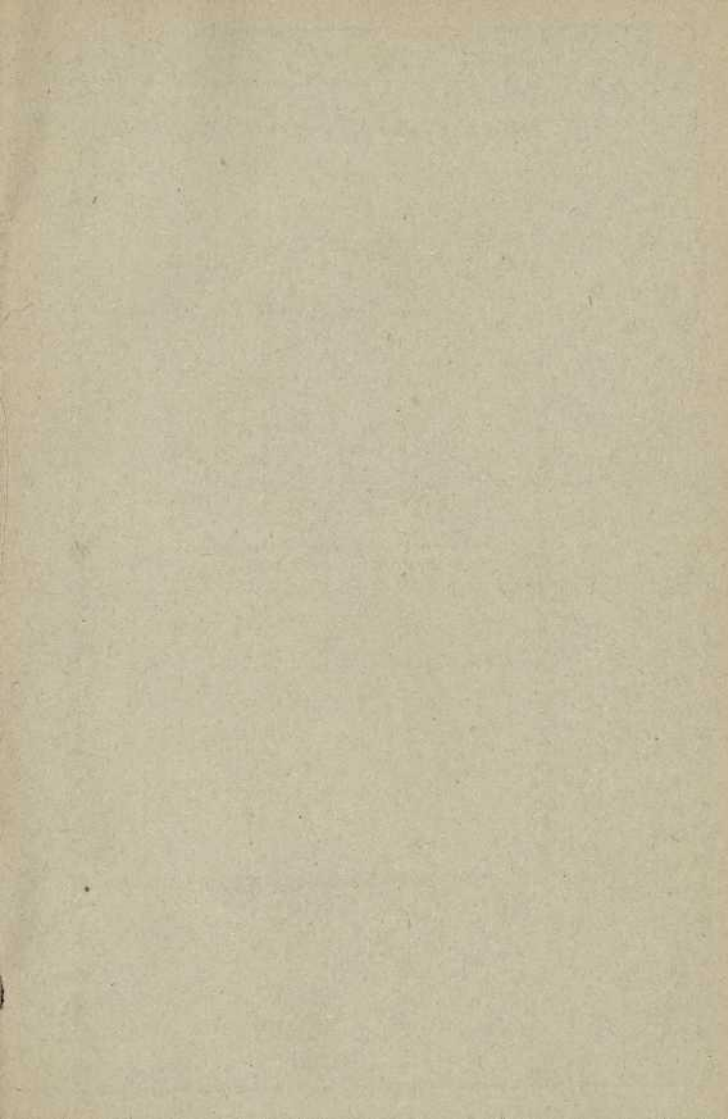
Nombre del sulfato de calcio, o *yesso*, hidratado.

**Suarda**. — (Véase *churre*).

**Tenería**. — Sitio donde se curten y trabajan los cueros.

**Turba**. — Carbón fósil, combustible, negruzco, ligero, esponjoso, producido por materias vegetales más o menos carbonizadas.

**Vinaza**. — Especie de vino que se saca de las heces.



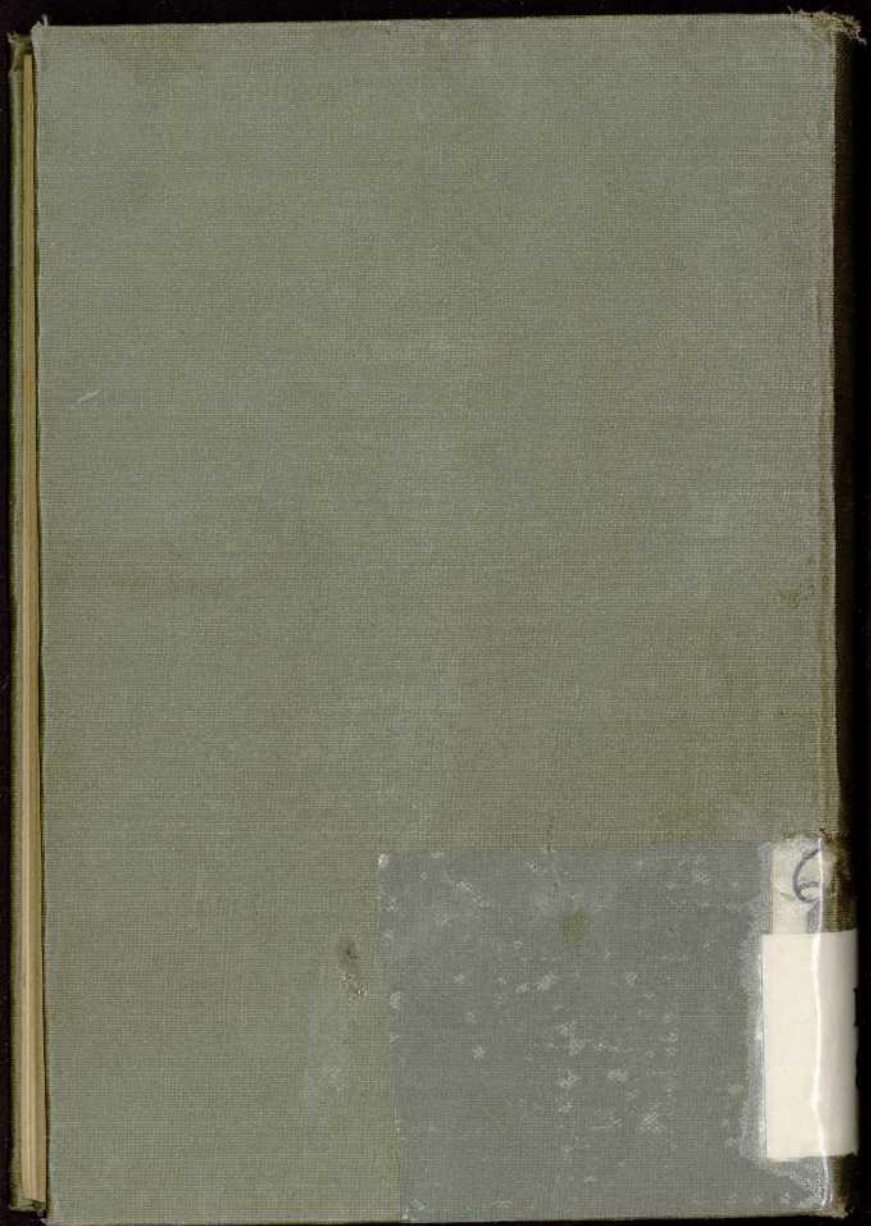


COMPañIA ANÓNIMA DE  
LIBRERÍA, PUBLICA-  
CIONES Y EDI-  
CIONES





COMPañA ANÓNIMA DE  
LIBRERÍA. PUBLICA-  
CIONES Y EDI-  
CIONES



892

MS. A. 9. 2

D-2

892