



UNIVERSITY OF THE PACIFIC

AD AUTONOMIA PURVIS  
CONGREGATION DE BAYONG

100  
100

**Llorente**

**LOS ABONOS**

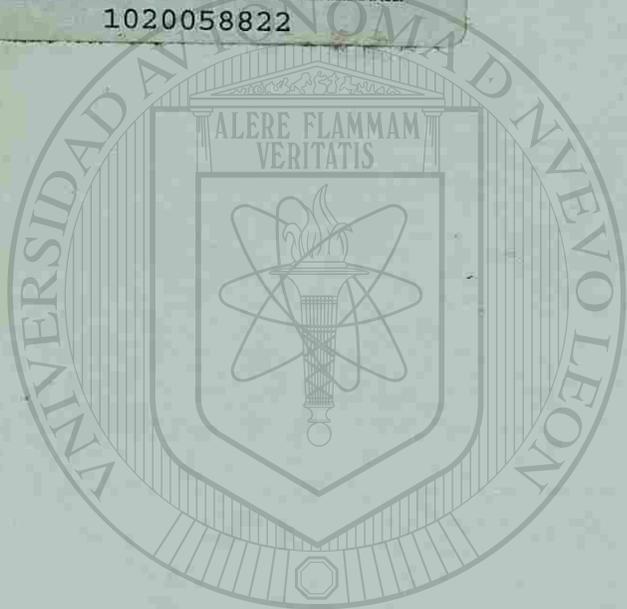
S633

L6

1899



1020058822



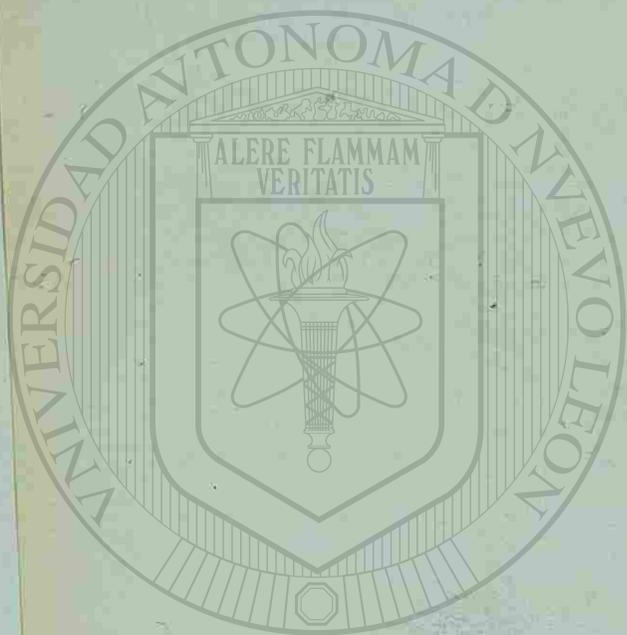
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# LOS ABONOS

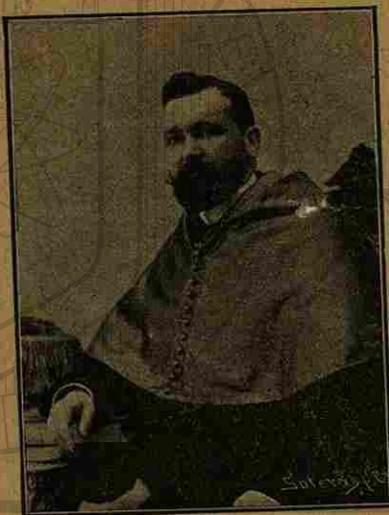
Núm. Clas. 631.88  
Núm. Autor 792a  
Núm. Adg. 26952  
Procedencia \_\_\_\_\_  
Precio \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_  
Clasificó \_\_\_\_\_  
Catalogó \_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ANICETO LLORENTE

DOCTOR EN CIENCIAS,  
CATEDRÁTICO POR OPOSICIÓN DE AGRICULTURA EN EL INSTITUTO DE LOGROÑO

# LOS ABONOS



D. ANICETO LLORENTE

La alimentación de las plantas.  
Abonos minerales  
Abonos vegetales.—Abonos animales.  
El estiércol.  
Abonos artificiales.—Fórmulas de abonos.  
Los abonos y las teorías.  
Campos de experiencias.

OBRA DECLARADA DE MÉRITO

Á PROPUESTA DEL CONSEJO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA

*Premiada con medalla de oro de 1.ª clase en la Feria-Concurso agrícola  
celebrada en Barcelona en 1898.*

TERCERA EDICIÓN, CORREGIDA Y AUMENTADA

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
CALLE 7525 MONTECARMEN, MEXICO



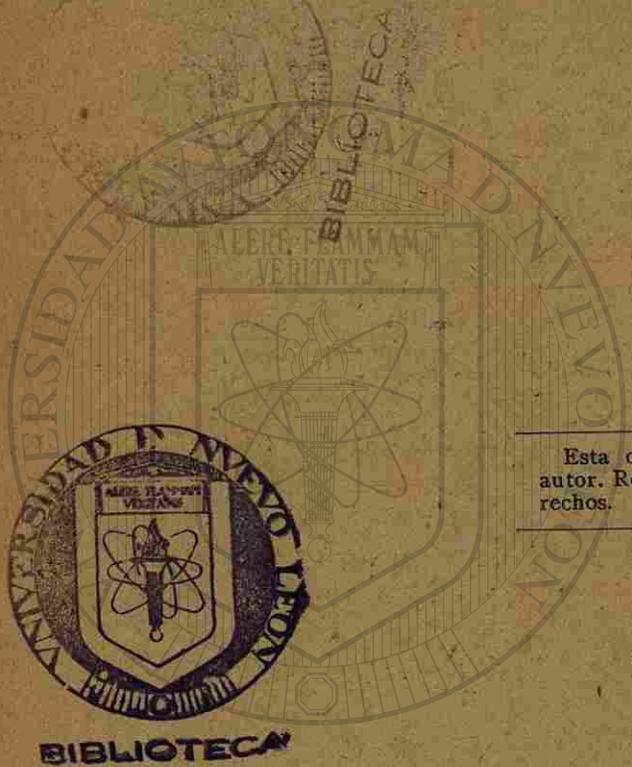
IMPRENTA DE LOS HIJOS DE M. G. HERNÁNDEZ

Libertad, 16 duplicado, bajo.

1899

26952

96  
631.8  
Lore.



Esta obra es propiedad del autor. Reservados todos los derechos.

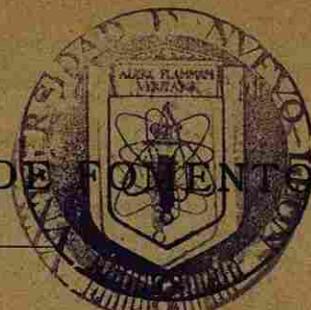
S633  
L6  
1899



ACERVO GENERAL

122373

# MINISTERIO DE FOMENTO



BIBLIOTECA  
CONSEJO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA

La Sección 3.<sup>a</sup>, en sesión de 25 de Junio último y con asistencia de los Sres. Calleja, Bolívar, Larroca, Merino, Garagarza y Carderera, emitió el siguiente dictamen: —D. Aniceto Llorente, catedrático por oposición de Agricultura en el Instituto de Burgos, solicita informe el Consejo su obra *Los Abonos*, que consta de 328 páginas y fué impresa en Burgos el año 1891.—El Sr. Llorente ha dividido su libro en sólo cinco capítulos, en los que trata primeramente de la alimentación de las plantas, como preliminar indispensable para comprender la teoría de los abonos, y enseguida del estudio de éstos, según sean minerales, orgánicos y mixtos naturales y artificiales.

Reconociendo la importancia que para nuestro país tienen todas las cuestiones relacionadas con la producción vegetal, lamentando al propio tiempo el atraso y el empirismo que todavía reinan en las prácticas agrícolas, y deseando contribuir á la difusión de los conocimientos que informan la Agricultura moderna, á cuya aplicación metódica deben otros países los adelantos agrícolas, que son la base de la prosperidad que en ellos alcanza este ramo de la industria, ha escrito el distinguido catedrático, cuyo nombre encabeza este informe, un libro de cuya utilidad no puede dudarse y que demuestra, á la par que el entusiasmo científico de su autor, sus conocimientos en la materia de que trata, así como también la asiduidad y constancia con que sigue los progresos de las ciencias naturales.

En virtud de estas consideraciones y en atención al servicio que el Sr. Llorente ha prestado á la cultura patria con la publicación de un libro de tan aprovechable y útil lectura, cree la Sección que dicho profesor se ha hecho acreedor á que por la Superioridad se declare de mérito el libro *Los Abonos*, á fin de que obtenga las ventajas que las leyes vigentes de Instrucción pública conceden á los autores de obras aprobadas por el Consejo.—Madrid 26 de Julio de 1892.—El Presidente accidental, *Julián Calleja*.—El Secretario, *Ignacio Docavo*.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
FONSO REYES  
SAN ANTONIO DE TEXAS, MEXICO

# MINISTERIO DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL

de

INSTRUCCIÓN PÚBLICA

Institutos

*El Excmo. Sr. Ministro de Fomento dice con esta fecha al Presidente del Consejo de Instrucción pública lo siguiente:*

*«Excmo. Sr.: Informada favorablemente por la Sección 3.<sup>a</sup> de ese Consejo la obra LOS ABONOS, del catedrático del Instituto de Burgos D. Aniceto Llorente y Arregui, S. M. el Rey (q. D. g.), y en su nombre la Reina Regente del Reino, de conformidad con dicho dictamen, ha tenido á bien resolver que la citada obra sirva á su autor de mérito para ascender en su carrera.»*

*Lo que traslado á V. para su conocimiento.*

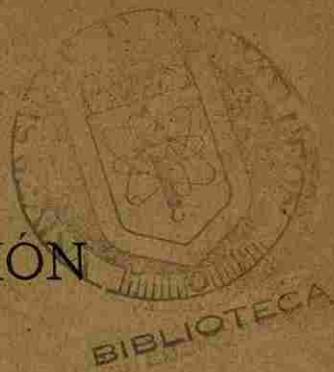
*Dios guarde á V. muchos años.  
Madrid 31 de Enero de 1893.*

El Director general,

*Eduardo Vincenti.*

*Sr. D. Aniceto Llorente y Arregui.*

## INTRODUCCIÓN



Los animales, y el hombre por consiguiente, incapaces de asimilar los elementos minerales necesarios para su subsistencia, son, en lo que á la nutrición se refiere, completamente solidarios de los vegetales, organismos encargados de elaborar los principios inmediatos que sirven para la alimentación de aquéllos.

Pero los vegetales toman sus alimentos del suelo que los sostiene y del aire que los rodea, y no siempre encuentran en estos dos medios en que viven los elementos necesarios para elaborar los principios nutritivos destinados á servir de materia primera para la organización de los animales. Cuando esto ocurre, hay necesidad de suministrar á las plantas estos elementos por medio de los *abonos*, si se quiere que nos proporcionen las materias útiles que de ellas exigimos. Las cuestiones relativas á los abonos entrañan, por tanto, además de un interés científico de primer orden, puesto que nos dan á conocer prácticamente las leyes que rigen la nutrición de la planta, una importancia social extraordinaria, porque contribuyen á aumentar los recursos alimenticios de la humanidad.

Consecuencia inmediata de esta función que los abonos desempeñan es el interés excepcional que el estudio y la

aplicación de estas sustancias fertilizantes debe ofrecer para un país esencialmente agrícola como el nuestro.

Con los rápidos medios de transporte, que sin cesar aumentan, la concurrencia agrícola se generaliza, los países vírgenes se aprestan á luchar con las viejas naciones, cuyo suelo está esquilnado por un cultivo imprevisor, y grandes desastres amenazan á la agricultura española si no llama en su ayuda á todos los recursos que las ciencias naturales, mecánicas y económicas le pueden suministrar.

La aplicación de la ciencia á la agricultura, el perfeccionamiento de los métodos de cultivo y el *empleo racional de los abonos* para llegar á obtener grandes rendimientos, es el único medio de sostener esta competencia, que lleva camino de arruinar por completo nuestra decadente agricultura.

Mientras el agricultor español, con sus procedimientos rutinarios, no obtenga más que 10 hectolitros de trigo por hectárea, es inútil pensar seriamente en defendernos de la concurrencia extranjera, como no sea por medios artificiales, ruinoso á la larga para la agricultura, y siempre perjudiciales para el país en general.

Francia obtiene de 15 á 20 hectolitros de trigo por hectárea, 25 Bélgica con el cultivo intensivo, y los ingleses, combinando el empleo de los abonos artificiales con la aplicación de la mecánica, consiguen corrientemente de 40 á 60; y sin embargo, estas naciones, de agricultura más próspera que la nuestra, modifican sin cesar los procedimientos de cultivo con arreglo á los progresos científicos para que la producción aumente, se abarate el producto y puedan resistir la competencia que con sus enormes producciones les hacen la Rusia, los Estados Unidos y la India.

Hay que seguir el ejemplo de estos países, más previsores que el nuestro; hay que aumentar la producción para

abaratar el producto. Tal es el fin que debe perseguir la agricultura española si quiere levantarse del estado de prostración en que se encuentra. La práctica racional de los abonos puede, como hemos dicho, contribuir a este aumento de producción y resolver en parte la crisis agrícola que España atraviesa.

A pesar de la importancia que para nuestro país ofrecen las cuestiones relacionadas con los abonos, no conocemos ninguna obra española dedicada especialmente á tratar tan interesante asunto en armonía con los conocimientos científicos contemporáneos. No tenemos la pretensión de llenar cumplidamente este vacío; pero el deseo de contribuir á mejorar la situación de la agricultura patria nos ha decidido á publicar este estudio sumario de los abonos, inspirado en los trabajos de los agrónomos más eminentes.

ANICETO LLORENTE.

# LOS ABONOS

## CAPÍTULO PRIMERO

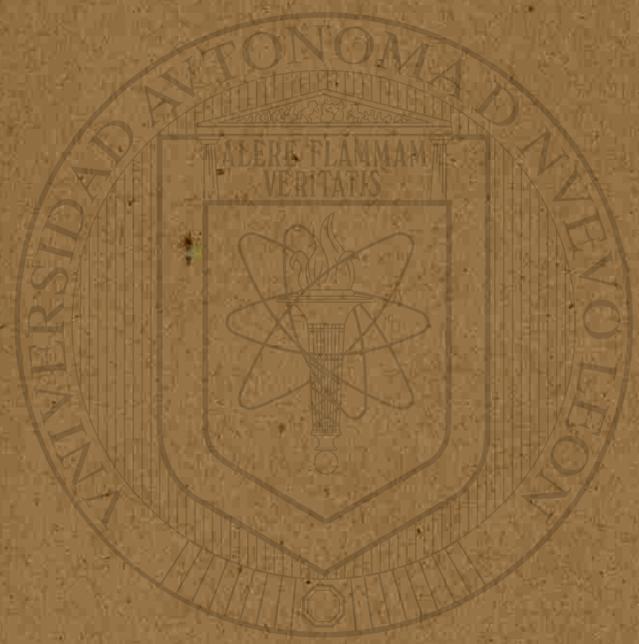
### LA ALIMENTACIÓN DE LAS PLANTAS

El empleo racional de los abonos exige el conocimiento previo de la naturaleza, origen y forma asimilable de los elementos que la vegetación reclama para su perfecto desenvolvimiento; porque *abonar* es proporcionar alimentos á la planta, y mal se puede suministrar materiales nutritivos al vegetal si no se sabe cuáles son éstos, de dónde proceden y en qué forma son asimilados. Por eso el estudio de los abonos, para que sea bien comprendido, debe ser precedido de una exposición sumaria de la alimentación vegetal.

Esta sumaria exposición comprenderá tres partes. En la primera se tratará de *los alimentos de las plantas*, determinando la naturaleza, origen y forma asimilable de los elementos nutritivos. En la segunda se estudiará *la tierra arable*, considerándola como depósito de una parte importante de los alimentos de las plantas. En la tercera se dará á conocer las *exigencias de los principales cultivos en principios fertilizantes*.

#### I.—*Los alimentos de las plantas.*

**Nutrición de las plantas; alimentos.**—Una planta cualquiera, para desarrollarse por completo, necesita tomar del medio exterior ciertas sustancias, introducirlas en su interior y



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

transformarlas en materia organizada. Este conjunto de fenómenos constituye la *nutrición vegetal*.

Toda sustancia que la planta toma del exterior para transformarla en su interior en materia organizada y emplearla en la constitución de su cuerpo recibe el nombre de *alimento*.

La planta toma las materias alimenticias necesarias para su desarrollo y para la formación de sus órganos de los dos medios en que vive: del suelo que la sostiene y de la atmósfera que la rodea. Los órganos encargados de esta función son: las raíces y las hojas. Las primeras toman del suelo los materiales nutritivos que éste contiene al estado asimilable; las hojas absorben los gases y vapores repartidos por el aire.

**Naturaleza de los elementos nutritivos.**—El análisis químico de la planta, ó sea la determinación de los elementos químicos que constituyen el vegetal, sirve de base para investigar la naturaleza de las sustancias necesarias para su nutrición.

Para practicar el análisis químico de la planta se la somete á la combustión y se analizan los productos volátiles y las cenizas. Siguiendo este procedimiento, se ve que la planta se compone de dos órdenes de elementos: unos, llamados *combustibles ó volátiles*, que desaparecen en forma de compuestos gaseosos en el acto de la combustión; y otros, denominados *fijos ó minerales*, que quedan formando las cenizas. A los primeros pertenecen el *carbono*, el *hidrógeno*, el *oxígeno* y el *nitrógeno*. En las cenizas de casi todos los vegetales se encuentran, en proporciones variables según las especies y formando diferentes sales minerales, el *fósforo*, el *azufre*, el *silicio*, el *cloro*, el *potasio*, el *sodio*, el *calcio*, el *magnesio*, el *hierro* y el *manganeso*. Estas diez sustancias acabadas de enumerar son, por decirlo así, fundamentales en las cenizas, porque, á excepción si acaso del manganeso, no faltan nunca en el residuo que queda cuando la planta se quema. Con ellas se hallan, en proporciones débiles, otras cuya presencia es puramente accidental (rubidio, litio, etc.); se debe esto á que toda materia soluble existente en el suelo puede pasar al interior de la planta si se halla al alcance de sus raíces.

Todos los elementos denominados *volátiles* son necesarios para la nutrición vegetal; no sucede lo mismo con las materias *minerales*. Para determinar cuáles de las sustancias que forman el cuerpo de la planta son indispensables para su nutrición se cons-

tituye, mediante compuestos químicos definidos, un medio artificial en el cual la planta pueda alcanzar su completo y vigoroso desenvolvimiento; retirando después de este medio uno á uno los elementos constituyentes para poder juzgar, por el efecto de esta supresión sobre la cosecha, del grado de necesidad de cada elemento suprimido, se puede llegar á no dejar subsistir en el medio artificial más que aquellos elementos que son verdaderamente indispensables. Procediendo de esta manera se ha demostrado de una manera definitiva que los elementos ó cuerpos simples indispensables para la nutrición de las plantas, y que constituyen, por consiguiente, su alimento completo, son el *carbono*, el *hidrógeno*, el *oxígeno*, el *nitrógeno*, el *fósforo*, el *azufre*, el *potasio*, el *calcio*, el *magnesio* y el *hierro*. El *silicio*, el *cloro* y el *sodio*, aunque se hallan en las cenizas de casi todas las plantas, no son necesarios para la alimentación de los vegetales.

**Origen y forma asimilable de cada elemento nutritivo.**—Para que cualquiera de los elementos que forman el alimento completo de la planta sea asimilado por ésta, es decir, para que llegue á constituir parte integrante del organismo vegetal, debe hallarse bajo cierta forma que se llama *forma asimilable*. Importa averiguar cuál es la forma asimilable de estos diversos elementos, para saber en qué forma se han de ofrecer á la planta cuando haya necesidad de suministrárselos por medio de los abonos. Veamos, pues, cuál es el origen y la forma asimilable de los elementos químicos que constituyen el alimento de la planta.

Los vegetales, hemos dicho, toman sus alimentos del suelo y del aire. Este último les proporciona los elementos que hemos llamado *combustibles ó volátiles*, es decir, el oxígeno, el hidrógeno y, mediata ó inmediatamente, la totalidad del carbono y del nitrógeno que entran en la composición de sus tejidos. El suelo suministra también el nitrógeno y, además, los elementos *fijos ó minerales* que constituyen las cenizas del vegetal; las plantas toman exclusivamente del suelo estos principios fijos ó minerales.

Trataremos en particular de cada uno de los elementos nutritivos.

**Carbono.**—Este cuerpo figura en primer lugar entre los alimentos de los vegetales. El carbono entra en todas las combinaciones orgánicas, de las cuales es como el núcleo esencial. Cier-

tos principios inmediatos de las plantas están desprovistos de hidrógeno, otros de oxígeno, otros de nitrógeno; ninguno carece de carbono. El carbono forma próximamente la mitad de la materia vegetal seca.

Las plantas toman el carbono del ácido carbónico del aire. Tienen los vegetales la propiedad de absorber el ácido carbónico de la atmósfera y de descomponerle, reteniendo el carbono y desprendiendo el oxígeno. Este fenómeno, que ha recibido el nombre de *función clorofiliana*, tiene lugar en los órganos verdes de la planta, y principalmente en las hojas; y se verifica por la acción de los rayos solares absorbidos por la *clorofila* ó materia verde de los vegetales. La descomposición del ácido carbónico por las plantas y la consiguiente absorción del carbono no tiene, pues, lugar ni durante la noche ni en los órganos que no sean verdes.

Según parece, el carbono no es suministrado á los vegetales provistos de clorofila ni por la materia orgánica ni por los carbonatos existentes en el suelo, sino exclusivamente por el ácido carbónico del aire atmosférico. El ácido carbónico que resulta de la descomposición de las materias orgánicas del suelo contribuye *indirectamente* á la asimilación favoreciendo la disolución y la absorción del fosfato y del carbonato de cal; pero no es asimilado directamente por la planta.

**Hidrógeno y oxígeno.**—El hidrógeno proviene del agua y del amoniaco que las plantas absorben á la vez del suelo y de la atmósfera.

El oxígeno es asimilado al estado de combinación, en forma de agua, de ácido carbónico y de sales oxigenadas.

Muchos hechos tienden á demostrar que bajo la influencia de la luz las partes verdes de los vegetales fijan el carbono al mismo tiempo que el hidrógeno y el oxígeno, estos dos últimos elementos en la proporción en que se encuentran en el agua. Los hidratos de carbono, como la glucosa y el almidón, son los productos de la asimilación del carbono y del agua.

El oxígeno libre de la atmósfera absorbido por la planta en virtud de la respiración no debe ser considerado como elemento nutritivo propiamente dicho, porque no contribuye directamente al aumento en peso de la planta, ni interviene como primera materia en la formación de la sustancia orgánica. Por el contra-

, el oxígeno absorbido por la respiración contribuye á la descomposición de la materia organizada: la respiración es un fenómeno de *desasimilación*.

**Nitrógeno.**—*Importancia del estudio del origen y asimilación del nitrógeno.*—De cualquiera manera que se considere, dice Mr. Grandeau, el estudio del papel del nitrógeno en la naturaleza ofrece un interés de primer orden. El nitrógeno, asociado al carbono y á los elementos del agua (hidrógeno y oxígeno), constituye las diversas materias protéicas que son el punto de partida de toda organización, desde el protoplasma de la célula vegetal hasta las combinaciones más complejas del organismo animal.

Las materias nitrogenadas, más ó menos complejas, de las plantas alimenticias son el único origen de los líquidos y de los tejidos (sangre, carne muscular, etc.) del hombre y de los animales. Mientras los vegetales toman de fuentes exclusivamente inorgánicas (amoniaco y ácido nítrico) el nitrógeno que se transforma en sus tejidos en albúmina, gelatina y caseína vegetales, la naturaleza niega á los animales, en absoluto, la facultad de fijar estos principios minerales.

Los animales están, pues, bajo la dependencia absoluta de los vegetales. Las plantas constituyen la cadena que une el mundo mineral al mundo animal. Esta relación forzada que existe entre el desenvolvimiento de la materia nitrogenada en las plantas, y la conservación de la vida animal sobre nuestro planeta, explica el interés extraordinario que, para la agricultura y para la humanidad, entrañan todas las cuestiones que se refieren al origen, fuentes y asimilación del nitrógeno.

Demostrado que el hombre y los animales no fijan directamente en su cuerpo ni el nitrógeno gaseoso del aire, ni el amoniaco, ni el ácido nítrico, y que su sangre, origen inmediato de todos los tejidos y líquidos del organismo, toma todo su nitrógeno de los principios nitrogenados elaborados por las plantas, la cuestión del nitrógeno queda reducida al conocimiento de los fenómenos que dan por resultado último fijar en los vegetales el nitrógeno tomado al reino mineral.

Ahora bien, ¿de qué fuentes directas ó intermedias toman las plantas el nitrógeno necesario para la elaboración de sus principios nitrogenados? Esto es lo que vamos á examinar con la rapidez que permita la importancia de esta cuestión.

*El nitrógeno atmosférico.*—Las plantas toman el nitrógeno de la atmósfera y del suelo. Trataremos primero del nitrógeno atmosférico.

Ciertas observaciones demuestran que la atmósfera proporciona nitrógeno á los vegetales. Gran número de bosques y de praderas no reciben nunca abonos nitrogenados y su vegetación continúa, sin embargo, desenvolviéndose indefinidamente. Cuando se compara el nitrógeno contenido en los abonos suministrados á una tierra con el de las cosechas proporcionadas por ella, resulta siempre un exceso á favor de las cosechas; y eso que nunca la totalidad del nitrógeno de los abonos es utilizada, pues una parte importante es arrastrada por las aguas.

La atmósfera contiene inmensa cantidad de nitrógeno libre, además de pequeñas proporciones de nitrógeno combinado al estado de amoniaco y de ácido nítrico (y nitroso). Estas tres formas de nitrógeno atmosférico constituyen, como vamos á ver, otras tantas fuentes de nitrógeno para los vegetales.

*El nitrógeno libre del aire.*—Lo primero que ocurre pensar, es que viviendo la planta en el aire, es decir, en una mezcla de oxígeno y nitrógeno, debe hallar en la atmósfera el nitrógeno que necesita. La cantidad de este elemento disponible en la atmósfera es enorme, puesto que constituye los  $\frac{4}{5}$  de la masa total del aire. Las débiles dosis de ácido carbónico que se hallan diseminadas en la atmósfera bastan, como sabemos, para la alimentación carbonada de los vegetales; la nutrición nitrogenada parece que debía estar mejor asegurada todavía con la reserva inmensa de nitrógeno libre que el aire contiene. No obstante lo natural de estas conjeturas, *esta alimentación directa por el nitrógeno del aire no tiene lugar*, ó si se verifica, es tan débil, tan excepcional que no puede ser considerada como un modo normal de la nutrición vegetal.

La cuestión de si las plantas fijan ó no el nitrógeno libre del aire ha provocado numerosas investigaciones y ha originado una larga contienda científica entre Boussingault y Ville. Las experiencias del primero, especialmente las verificadas de 1851 á 53, demuestran que las plantas no absorben el nitrógeno gaseoso existente en la atmósfera. Ville, por el contrario, deduce de sus investigaciones, practicadas desde 1850 á 56, que las plantas pueden asimilar *directamente* cierta cantidad de nitrógeno libre atmosférico, y que las dosis fijadas por ciertos vegetales privile-

giados, como las leguminosas, son considerables. Este eminente agrónomo formuló la siguiente conclusión: el nitrógeno del aire es absorbido por las plantas y sirve á su nutrición.

Lawes, Gilbert y Pugh, queriendo resolver la duda que subsistía á consecuencia de los trabajos precedentes, practicaron una serie de investigaciones que condujeron á la conclusión deducida por Boussingault: los vegetales no absorben el nitrógeno libre del aire. Desde entonces la doctrina de la no fijación del nitrógeno fué defendida por la mayoría de los sabios. La opinión dominante hoy es que *el nitrógeno libre del aire no es fijado directamente por las plantas.*

*Fijación del nitrógeno libre del aire por el suelo.*—Pero si los vegetales no fijan directamente el nitrógeno libre de la atmósfera, pueden, en cambio, absorberlo por intermedio del suelo.

La opinión de que el suelo fija el nitrógeno libre del aire ha sido defendida en 1873 por Deherain, según el cual resultaba de sus experiencias que el nitrógeno atmosférico tiene la propiedad de combinarse con ciertas sustancias ternarias, tales como la celulosa, glucosa, etc., y, por inducción, con las materias orgánicas del suelo en vías de descomposición. Según las experiencias de Schloësing, que han hecho perder todo su valor á las de Deherain, esta aseercción no es exacta: en ningún caso el nitrógeno del aire es fijado en ninguna proporción por los elementos ternarios del suelo.

Experiencias muy interesantes, verificadas desde 1875 por Berthelot, parecen demostrar que el suelo provisto de ciertas sustancias orgánicas no nitrogenadas, como la celulosa, dextrina, etc., puede, bajo la influencia de una débil tensión eléctrica y de ciertos microorganismos, fijar el nitrógeno del aire.

Las experiencias de Berthelot, que no convencieron á Schloësing ni á otras notabilidades, por más que éste no niegue la posibilidad de la fijación del nitrógeno del aire por las tierras arables, originaron entre estos dos eminentes agrónomos una discusión en la que Schloësing oponía experiencias personales negativas á los resultados positivos de Berthelot. Por otra parte, A. Gautier y Drouin practicaron otras investigaciones, que han confirmado el fenómeno de la fijación. El año 1888 se pasó todo entero en esta discusión. Difícil era, en medio de estas contradicciones absolutas, averiguar dónde se hallaba la verdad.

Los recientes trabajos ejecutados por Hellriegel y Wilfarth en Alemania, por Breal en Francia, y los resultados publicados al principio de 1890 por Berthelot, cuyas experiencias han sido repetidas con éxito por Frank (de Berlín), parece que han fijado la opinión sobre este punto, estableciendo la realidad de la fijación del nitrógeno por la tierra vegetal con ó sin el concurso de la vegetación, gracias á la intervención de microbios especiales.

Esta cuestión es de tal importancia que conviene dar á conocer los resultados obtenidos.

Según las experiencias de Berthelot, en la tierra desprovista de vegetación, si el suelo es arcilloso y medianamente rico en nitrógeno, la fijación de este elemento parece en general suficiente para compensar las pérdidas naturales y hasta para realizar cierto enriquecimiento. La naturaleza de la tierra ejerce una influencia enorme en el fenómeno. Los suelos pobres en arcilla y humus, los arenosos ó calcáreos son sin duda poco aptos para fijar el nitrógeno atmosférico.

En las tierras provistas de vegetación espontánea la riqueza nitrogenada del suelo tiende á crecer hasta un cierto límite en que se establece el equilibrio entre la causa de la fijación y las causas múltiples que ocasionan la pérdida del nitrógeno.

Pero en los cultivos más ó menos intensivos donde el peso de los vegetales es muy grande con relación al del suelo, la cantidad de nitrógeno sustraída por la cosecha y por las acciones naturales excede notablemente de la fijada por los microbios especiales, y el agotamiento llega muy pronto. Esto es lo que se observa particularmente en el cultivo de los cereales.

*En el cultivo de las leguminosas forrajeras la fijación del nitrógeno tiene lugar más enérgicamente que en la tierra desprovista de vegetación.*

Las experiencias de Hellriegel y Wilfarth son en este punto decisivas por completo y acusan bien claramente, primero el carácter micróbico del fenómeno, y después la manera tan absolutamente distinta de verificarse éste con las leguminosas y con las cereales.

De estas experiencias y de las de Breal y Berthelot resulta que las leguminosas tienen la propiedad de fijar á altas dosis el nitrógeno libre del aire, no en sus hojas, como se había pensado, sino en sus raíces, por la influencia de microbios parásitos de

estas raíces. Esta fijación es, en efecto, correlativa de la existencia en las raíces de las leguminosas de nudosidades especiales (tubérculos blanquecinos del grosor de una cabeza de alfiler próximamente), á las cuales dan origen y donde se desenvueiven gran número de microorganismos particulares de forma de Y ó de T (*Rhizobium leguminosarum* de Mr. Frank). Los microbios que pueden fijar el nitrógeno en la tierra desprovista de vegetación hallan en las raíces de las leguminosas un medio favorable para su desarrollo, y entre las plantas y los microbios parásitos se establece una especie de alianza íntima llamada *symbiose*, útil á las unas y á los otros. Los microorganismos alojados en las nudosidades fijan el nitrógeno gaseoso y forman materias albuminoideas que suministran al vegetal superior; en cambio éste, por su savia descendente, les envía los productos carbonados elaborados en sus hojas.

Schlesing, hijo, y Laurent comprobaron más tarde por la vía *directa* los resultados precedentemente obtenidos por medio del método indirecto por Hellriegel y Wilfarth. De este modo quedó demostrada definitivamente la absorción del nitrógeno libre del aire por el suelo y su fijación en la materia vegetal de las leguminosas.

En resumen, las tierras vegetales pueden, en general, gracias á la intervención de microbios especiales, fijar cantidades notables de nitrógeno atmosférico. Esta fijación tiene lugar así en los suelos cultivados como en los desprovistos de vegetación. Si la pérdida de nitrógeno, resultante de una nitrificación muy activa seguida del acarreo de los nitratos por las aguas pluviales, ó de la nutrición de las cosechas, no es muy grande, la tierra se enriquece de nitrógeno hasta un cierto límite. Esto es lo que sucede en los cultivos forestales y en las praderas naturales de gramíneas. Con las leguminosas la fijación de nitrógeno se verifica no solamente sobre el suelo, sino sobre las raíces mismas, donde la función sintética de los microbios se ejerce todavía con más intensidad que en el suelo. De aquí resulta un enriquecimiento de la tierra mucho más marcado que el que habría podido alcanzarse en ausencia de todo cultivo.

La facultad que tienen las leguminosas de acumular el nitrógeno atmosférico en sus raíces, permite explicar el real mejoramiento del suelo que resulta del cultivo de estas plantas y el nin-

gún efecto que sobre ellas ejercen los abonos nitrogenados.

Conviene, sin embargo, advertir que (excepto tal vez el altramuces, según experiencias de Frank) las plantas leguminosas, al principio de su existencia, viven á expensas del nitrógeno del suelo, y solamente cuando éste se hace insuficiente aparecen en las raíces las nudosidades colectoras del nitrógeno atmosférico. No hay, pues, ganancia de nitrógeno más que cuando las plantas se desenvuelven vigorosamente; de aquí se deduce la necesidad de aplicar á estas plantas abonos fosfatados, potásicos y calcáreos en proporción suficiente para asegurarles una vegetación exuberante.

También importa tener en cuenta que si las leguminosas encuentran en el suelo nitratos en abundancia, toman de éstos el nitrógeno, producen menos nudosidades y extraen de la atmósfera menor cantidad de dicho elemento.

Según Nobbe, existe probablemente una variedad de microbios especial, si no para cada especie, por lo menos para cada género de plantas de la familia de las leguminosas, porque las inoculaciones hechas sobre raíces de una especie de leguminosas con microbios tomados de otra especie han dado resultados negativos; por ejemplo, los microbios de las habas no producen efecto sobre los altramuces.

Hasta ahora parece exclusiva de las plantas de la familia de las leguminosas la facultad de albergar los micobrios fijadores del nitrógeno libre del aire. Las experiencias practicadas por Schloesing, hijo, y Laurent con la avena, la mostaza, el berro, el tabaco y la patata no han dado resultado.

*El amoníaco y el ácido nítrico del aire.*—Además de nitrógeno libre, el aire contiene pequeñas proporciones de nitrógeno combinado al estado de amoníaco y de ácido nítrico (y nitroso) que constituyen una fuente, que no es en absoluto despreciable, de nitrógeno para las plantas.

El amoníaco y el ácido nítrico del aire son el resultado de la combinación directa del nitrógeno con el hidrógeno del vapor acuoso el primero, y del nitrógeno con el oxígeno el segundo, en el seno de la atmósfera, por la influencia de los fenómenos eléctricos.

El ácido nítrico no existe de ordinario al estado libre en la atmósfera; se encuentra en forma de nitrato de amoníaco acompa-

ñado del nitrito. Tampoco el amoníaco se halla al estado libre en el aire. Una porción existe, como acabamos de decir, combinado con el ácido nítrico; el resto, es decir, la mayor parte, debe hallarse en forma de carbonato.

El amoníaco y el ácido nítrico de la atmósfera, especialmente el primero, contribuyen en una cierta medida á la alimentación nitrogenada de los vegetales, sea directamente, sea por intermedio de las aguas meteóricas y del suelo.

*El nitrógeno de las aguas meteóricas.*—Los meteoros acuosos, lluvia, rocío, nieblas, nieve, etc., contienen constantemente, en cantidades variables y siempre muy débiles, amoníaco, ácido nítrico, sal marina, trazas de sales de cal y de materias orgánicas.

Liebig parece que fué el primero, en 1826, que señaló la presencia de las sales amoniacaes en el agua de lluvia. H. Sainte-Claire Deville descubrió, hacia 1849, el ácido nítrico en todas las aguas terrestres. Después de estos descubrimientos los trabajos de Boussingault, Barral, Marchand y Bineau han confirmado la constancia del hecho. Boussingault ha demostrado que lo mismo sucede con la nieve, el rocío y las nieblas. En fin, en diversos puntos y especialmente en Bechelbronn, en Rothamsted y en muchas estaciones agronómicas de Alemania se ha determinado cuantitativamente la importancia numérica del acarreo de nitrógeno asimilable (amoníaco y ácido nítrico) por las aguas meteóricas.

No vamos á reproducir aquí los resultados obtenidos por los diversos experimentadores acerca de las cantidades de amoníaco y de ácido nítrico contenidas en cada litro de las diferentes aguas meteóricas, y de la cantidad de nitrógeno asimilable que por este medio recibe al año cada hectárea. Estos resultados son extremadamente variables, pero todos demuestran que la cantidad de nitrógeno absorbible (amoníaco y ácido nítrico) que llega al suelo arrastrado por los meteoros acuosos, sin ser despreciable en absoluto, es tan escasa que no puede, de ninguna manera, compensar las pérdidas anuales que el suelo experimenta por las cosechas, aun por las menos exigentes (bosques y praderas).

*El amoníaco aéreo y la vegetación.*—El amoníaco existente en el aire ha sido considerado desde 1840 por Liebig como una de las fuentes de nitrógeno asimilable para los vegetales.

La posibilidad de que el amoniaco gaseoso sea absorbido directamente por las raíces fué indicada en 1808 por Davy y ha sido confirmada en 1859 por Stöckhardt.

Peró no solamente por las raíces puede ser absorbido el amoniaco del aire, sino también por las hojas y otras partes aéreas de las plantas, según lo prueban las experiencias de Sachs, Schloësing y Mayer. De estas notables investigaciones resultan las siguientes conclusiones:

Las partes verdes de los vegetales superiores tienen la facultad de absorber el amoniaco de la atmósfera en forma de carbonato de amoniaco. Esta absorción de amoniaco es una de las formas de asimilación de nitrógeno por los vegetales. La nutrición por esta absorción de nitrógeno puede, en el caso de que toda otra alimentación nitrogenada falte á la planta, producir un aumento en la masa de la sustancia orgánica del vegetal. El nitrógeno contenido en el amoniaco absorbido por las hojas sirve para la producción de materias albuminoideas; esto es, se transforma en materia proteica.

Aunque este modo de nutrición nitrogenada no basta para el desenvolvimiento completo del vegetal, ni satisface por consiguiente las exigencias de las plantas en nitrógeno, se puede admitir, dice Grandeau, que una parte considerable, el cuarto, el tercio ó más tal vez del nitrógeno de la cosecha procede directamente del amoniaco del aire absorbido por las hojas.

*El amoniaco aéreo y la tierra vegetal.*—Según las experiencias de Schloësing, la tierra vegetal, seca ó húmeda, calcárea ó no calcárea, fija continuamente el amoniaco del aire. De estas experiencias resulta para las tierras secas una fijación de 12 á 30 kilogramos por año y hectárea, y que las tierras húmedas pueden llegar á fijar 50 kilogramos ó más. Se desprende de estos datos que, si bien la absorción del amoniaco por las tierras no basta para suministrar todo el nitrógeno de las fuertes cosechas, constituye por lo menos una fuente no despreciable de este precioso elemento.

En lo que se refiere á los cambios de amoniaco entre la atmósfera y la tierra, las opiniones más erróneas se encuentran en las obras de química agrícola. Es idea casi universalmente admitida que el amoniaco aéreo procede en gran parte de la tierra, que es el producto de la descomposición de la materia organizada del

suelo que se difunde por la atmósfera. Se dice también en la mayor parte de las obras de química agrícola que el carbonato de amoniaco del aire es arrastrado casi enteramente por la lluvia, como si el carbonato de amoniaco disuelto en el agua en muy pequeña cantidad no poseyese una tensión.

Partiendo de estas hipótesis, que no confirma ningún hecho bien estudiado, se explica sin dificultad cómo después de una sequía más ó menos prolongada la primera lluvia es rica en amoniaco; se dice que, durante la sequía, el aire se ha enriquecido á expensas de la tierra y que la primera lluvia disuelve el carbonato emitido por el suelo. A pesar de que hace más de treinta años que se conoce el poder absorbente del suelo para el amoniaco y que se ha demostrado que la tierra no cede el amoniaco de que se apodera, los errores acabados de señalar, dice Grandeau, se encuentran en las obras más recientes y en apariencia más autorizadas.

Estos errores, que deben desaparecer de la ciencia, han sido refutados por los trabajos de Schloësing acerca de las relaciones amoniacales que se establecen entre los mares, la atmósfera y el suelo.

Schloësing ha fundado sus trabajos en las diferencias de tensión del amoniaco de los mares, del aire y del suelo. Cuando el amoniaco libre ó carbonatado se difunde por el aire, por el agua ó por la tierra, por débil que sea su cantidad, conserva siempre una tensión. Si dos medios que contienen amoniaco se ponen en contacto, aquel en que tenga una tensión mayor cede el amoniaco al otro, hasta que la tensión sea la misma en los dos medios y el equilibrio se haya establecido.

Este equilibrio, siempre perseguido, no se realiza nunca en la superficie del globo por diversas circunstancias. Habrá, pues, constantemente entre los mares y la atmósfera, la atmósfera y la lluvia, el suelo y las plantas, cambios debidos á la diferencia de tensión del amoniaco en estos diversos medios. Para conocer el sentido en que se verifican los cambios hay que estudiar las tensiones del amoniaco en los mares, en el aire, en el suelo, etc., y es claro que el movimiento del amoniaco tendrá siempre lugar del medio donde la tensión sea mayor á aquel donde alcance el *mínimum*.

De las experiencias de Schloësing, en la parte relativa á los

cambios de amoniaco entre la atmósfera y la tierra vegetal, resulta que el suelo no cede á la atmósfera el amoniaco que ha fijado. La tierra vegetal toma el amoniaco y no lo cede. Esta absorción del amoniaco del aire por el suelo es originada por las diferencias de tensión amoniacal entre las tierras y la atmósfera. El estudio de estas relaciones de tensión entre estos dos medios ha permitido á Schloësing, por experiencias decisivas, fijar el sentido general de los cambios de amoniaco y demostrar que van del aire á la tierra y no de la tierra al aire.

En esta absorción de amoniaco aéreo por el suelo hay que establecer una distinción entre la tierra seca y la tierra húmeda. La primera pierde absolutamente la propiedad de nitrificarse; el amoniaco que absorbe no se transforma. Debido á esto, la absorción de amoniaco aéreo por una tierra seca preservada de la lluvia está necesariamente limitada por el equilibrio de tensión. No sucede lo mismo en las tierras húmedas, cuando ofrecen además las condiciones requeridas para la nitrificación. El amoniaco es incesantemente transformado en nitratos; el equilibrio de tensión no puede establecerse y la tierra permanece en estado de absorber constantemente el amoniaco del aire. La absorción está, por consiguiente, subordinada á la rapidez de la nitrificación. Los nitratos pueden, por lo demás, acumularse en una tierra sin dificultar la continuación del fenómeno.

Resulta de lo expuesto que la tierra vegetal absorbe el amoniaco del aire y no lo cede. La exhalación de amoniaco durante la sequía es, pues, un error. La facultad que las tierras tienen de absorber el amoniaco varía con sus propiedades fisico-químicas.

*Circulación del amoniaco en la superficie del globo.*—Sabemos ya: 1.º, que el amoniaco del aire es absorbido directamente por el suelo; 2.º, que el amoniaco existente en la atmósfera, así como el ácido nítrico, es arrastrado al suelo por los meteoros acuosos, y 3.º, que el suelo posee gran facultad absorbente para el amoniaco. El amoniaco retenido por el suelo, bien lo haya éste absorbido directamente del aire ó le haya sido llevado por los meteoros acuosos, así como el que procede de la descomposición de las materias orgánicas nitrogenadas, puede ser absorbido por las plantas; pero si persiste en el suelo en esa forma, es al poco tiempo transformado en ácido nítrico y nitratos, es decir, se nitrifica.

El suelo, que posee gran propiedad absorbente para el amoniaco, no la tiene para los nitratos; éstos, si no son absorbidos en seguida por las plantas, son arrastrados por las aguas y conducidos al mar. Los nitratos acarreados al mar son, según Schloësing, reducidos en este medio tan poco oxigenado, y transformados parcialmente en amoniaco que, evaporándose con el agua, pasa á la atmósfera y es transportado por los vientos para ser fijado directamente por las plantas ó por el suelo, ó indirectamente por éste arrastrado por los meteoros acuosos. El paso del amoniaco de los mares á la atmósfera se verifica, como el del aire al suelo, en virtud de la diferencia de tensión del amoniaco en estos dos medios.

Estas consideraciones permiten admitir, según Schloësing, *una circulación de ácido nítrico y de nitratos de los continentes á los mares, y otra de amoniaco de los mares á los continentes.*

La idea de que el mar sea una fuente permanente de amoniaco la ha emitido Schloësing para explicar la persistencia del amoniaco en el seno de la atmósfera á pesar del consumo que de este cuerpo se hace en los continentes, consumo debido, según Schloësing, á la absorción verificada por las plantas y por el suelo.

Para Berthelot, esta teoría de Schloësing sobre la circulación del amoniaco en la superficie del globo, si es hipótesis ingeniosísima, no pasa de la categoría de bella conjetura.

Sea lo que quiera de dicha teoría, dice Schloësing hijo, es indudable que el mar contiene una cantidad considerable de amoniaco que no puede dejar de intervenir en la que se encuentra en el seno de la atmósfera.

*El nitrógeno del suelo.*—La tierra vegetal contiene varias fuentes de nitrógeno de donde toman este elemento los vegetales: los nitratos, las sales amoniacales y la materia orgánica nitrogenada. El nitrógeno se halla, por consiguiente, en el suelo en tres estados diversos: al estado de ácido nítrico (en los nitratos), al estado de amoniaco (en las sales amoniacales) y al estado de nitrógeno orgánico (en las materias orgánicas nitrogenadas).

El nitrógeno nítrico, y por consiguiente los nitratos, pueden ser absorbidos directamente por las raíces.

El nitrógeno amoniacal, y por tanto las sales amoniacales, pueden igualmente ser utilizados directamente por las plantas.

El nitrógeno orgánico, que entra en la constitución de las ma-

terias orgánicas nitrogenadas, no es absorbido directamente, tiene que transformarse antes en nitrógeno amoniacal ó en nitrógeno nítrico.

Examinaremos sucesivamente estas tres diferentes formas del nitrógeno.

*El nitrógeno orgánico.*—La mayor parte del nitrógeno combinado del suelo (próximamente los 98/100) se halla al estado de combinación orgánica, es decir, formando parte de las materias orgánicas nitrogenadas. Este nitrógeno que entra en la constitución de las materias orgánicas, no es, como hemos dicho, asimilado directamente. La materia orgánica tiene antes que descomponerse y transformarse su nitrógeno en amoniaco. El amoniaco así producido es utilizado directamente por la planta ó transformado en nitratos, forma la más perfecta para la alimentación nitrogenada de los vegetales.

La materia orgánica nitrogenada del suelo es, según se acaba de ver, una fuente lenta de nitrógeno para las plantas. A esta circunstancia se debe las propiedades altamente fertilizantes del estiércol.

Si la transformación de la materia nitrogenada es muy lenta, el nitrógeno suministrado á los cultivos será insuficiente y la tierra será poco fértil. Si la transformación es rápida, los alimentos nitrogenados serán abundantes, pero se podrá temer un agotamiento rápido de la riqueza nitrogenada del suelo.

*El nitrógeno amoniacal.*—El amoniaco del suelo procede de tres orígenes distintos: la atmósfera, la materia orgánica y los abonos amoniacales.

Hemos visto que el amoniaco atmosférico es arrastrado al suelo por los meteoros acuosos, y que el suelo absorbe directamente el amoniaco del aire. También sabemos que el amoniaco es uno de los productos de la descomposición que sufre la materia orgánica nitrogenada. El amoniaco procedente de estos dos orígenes se une al ácido carbónico para formar carbonato de amoniaco, que permanece fijado por el suelo en virtud del poder absorbente que la tierra posee para el amoniaco. El amoniaco retenido por el suelo puede ser absorbido directamente por las plantas; pero si persiste en el suelo, parece que al poco tiempo es transformado en ácido nítrico y nitratos.

Las sales amoniacales son también absorbidas directamente ó, de lo contrario, transformadas en nitratos.

Puesto que el amoniaco se transforma rápidamente en nitratos, algunos agrónomos han creído que las sales amoniacales no son utilizadas por las plantas hasta que se convierten en nitratos, ó lo que es igual, que la eficacia de los abonos amoniacales no se debe al amoniaco que contienen, sino á los nitratos á que éste da origen. Las experiencias de Müntz han demostrado que el amoniaco es directamente utilizado por los vegetales y que las sales amoniacales producen, á dosis igual de nitrógeno, con poca diferencia los mismos efectos que los nitratos.

*El nitrógeno nítrico.*—Desde hace mucho tiempo se sabe que el suelo contiene con frecuencia nitratos. En ciertas comarcas la producción de los nitratos se verifica con una intensidad excepcional: en la India, en la América del Sur y en España, el nitrato de potasa se produce en abundancia en la superficie de los campos en forma de eflorescencias blancas cristalinas; en el Perú existen inmensos yacimientos de nitrato de sosa. En las fosas, en las grutas, en los muros húmedos y en los establos se ve también aparecer las eflorescencias nitrosas. El agua de los pozos contiene á veces nitratos.

En el seno de la tierra vegetal, la nitrificación se verifica habitualmente con bastante menos intensidad que en las circunstancias extraordinarias antes citadas, pero tiene lugar de una manera casi permanente, dando origen á nitratos de cal y de sosa que por ser delicuescentes no pueden hacerse visibles en forma de eflorescencias.

Hasta hace poco tiempo no se daba ninguna importancia á los nitratos del suelo. Al comienzo de este siglo se creía, y Liebig profesó largo tiempo esta doctrina, que sólo el amoniaco es capaz de proporcionar el nitrógeno á las plantas. Pero las experiencias de Ville, Cloëz, Prouts, Pusey, Kuhlmann y sobre todo las de Boussingault, han demostrado de la manera más palmaria que se puede asegurar la nutrición nitrogenada de los vegetales con el empleo exclusivo de los nitratos (sin intervención de la materia orgánica ó del amoniaco). Es más, el nitrato es la forma más perfecta para la asimilación del nitrógeno. En una larga é importante serie de experiencias Hellriegel y Wilfarth, cultivando gramíneas en la arena adicionada de dosis variadas de nitrato de cal, han obtenido cosechas en que los pesos eran sensiblemente proporcionales á las cantidades de nitratos empleadas.

*Producción de los nitratos.—La nitrificación natural.*—Durante algún tiempo se creyó que los nitratos existentes en el suelo eran el resultado de la combinación directa del nitrógeno gaseoso del aire con el oxígeno, bajo la influencia de los álcalis y de la humedad del suelo. Las investigaciones de Boussingault y de Schloësing han demostrado la inexactitud de esta opinión.

Trabajos más recientes debidos á Schloësing, Müntz, Warrington, Deherain y Maquenne han establecido con toda precisión las diversas condiciones de la producción de los nitratos en el suelo. Los nitratos se producen en el suelo á expensas del amoniaco ó de las sales amoniacaes, por una oxidación especial de estas materias que transforma el amoniaco en ácido nítrico, el cual se combina con las bases del suelo para formar nitratos.

La conversión del amoniaco en ácido nítrico se verifica por la acción de un microbio especial (el *Micrococcus nitrificans*) que ha recibido el nombre de *fermento nítrico*. Este fermento se encuentra siempre en la tierra vegetal y es muy semejante al fermento que produce el vinagre (el *Mycoderma aceti*). El fermento nítrico, colocado en un medio nutritivo conveniente, fija el oxígeno del aire sobre el amoniaco, originando ácido nítrico, que forma nitratos con los álcalis del suelo. Por un mecanismo análogo el fermento acético ó del vinagre fija el oxígeno sobre el alcohol, produciendo el ácido acético.

A la transformación del amoniaco en ácido nítrico y nitratos se da el nombre de *nitrificación*. El *Micrococcus nitrificans* es, pues, el agente de la nitrificación de los suelos.

La nitrificación no es, según acabamos de ver, un fenómeno químico, una simple oxidación del nitrógeno; es un acto fisiológico ligado á la presencia de organismos inferiores.

El amoniaco necesario para que la nitrificación tenga lugar puede proceder: del absorbido directamente del aire por el suelo, del que ha sido llevado al suelo por los meteoros acuosos, de los abonos amoniacaes y, principalmente, de la descomposición de las materias orgánicas nitrogenadas del suelo.

*Condiciones de la nitrificación.*—Para que la nitrificación se verifique, ó lo que es igual, para que los nitratos se formen á expensas del amoniaco del suelo, es necesario:

1.º Que la tierra arable sea rica en sustancias nitrificables, es decir, en amoniaco, ó por lo menos en materias orgánicas nitro-

genadas capaces de suministrar amoniaco por su transformación.

2.º Presencia del oxígeno. El oxígeno es manifiestamente necesario para la nitrificación, que es una verdadera combustión del nitrógeno combinado. Por eso es preciso, para que la nitrificación tenga lugar, que el aire penetre bien á través del suelo, lo que exige que éste sea muy permeable y esté bien mullido. En las tierras ligeras, donde el aire circula fácilmente, la nitrificación es rápida, los estiércoles se consumen muy pronto. En los suelos arcillosos, mucho menos permeables, el fenómeno se produce con lentitud.

3.º Ligera alcalinidad del medio. La nitrificación no se verifica en las tierras ácidas (tierras de brezo); solamente tiene lugar en un medio *ligeramente* alcalino. Los fermentos de la nitrificación, como otros fermentos, viven mal y su actividad se atenúa en un medio que contenga en cantidad sensible los productos que han formado. Para que la obra de los microbios de la nitrificación continúe con toda actividad es necesario, por lo mismo, que los ácidos originados por estos fermentos encuentren una base capaz de saturarlos á medida que se producen. Por eso la nitrificación no es abundante más que en las tierras que contienen cierta cantidad de caliza que satura los ácidos producidos. En cambio la nitrificación no se verifica en las tierras privadas de caliza, aunque sean muy ricas en materia orgánica; tal sucede en ciertos suelos graníticos, y en las tierras ácidas (tierras de brezo, tierras turbosas), que pueden contener á veces 10 por 100 de nitrógeno orgánico, rico capital que permanece casi improductivo. De aquí la gran utilidad de la adición de enmiendas calcáreas á estas tierras.

La nitrificación se suspende, sin embargo, inmediatamente después de la adición de la cal cáustica á las tierras; el agua de cal constituye un medio demasiado alcalino para que los fermentos nítricos prosperen en él; pero muy rápidamente la cal se une al ácido carbónico del aire, la causticidad desaparece, los nitratos se forman con regularidad y el suelo se hace fértil.

4.º Cierta dosis de humedad. Para una misma tierra, la intensidad de la nitrificación crece con el grado de humedad, á condición, por supuesto, de que la tierra no llegue á encharcarse y sea difícil la circulación del aire. Las tierras secas no se nitrifican.

5.º Una temperatura determinada. La nitrificación es casi nula á 5º, adquiere su máximum de intensidad á 37º y cesa á 55º. Hacia los 100º mueren los fermentes nitrificadores.

Durante el invierno, por consiguiente, el suelo se nitrifica muy poco; se puede, pues, sin gran inconveniente, proporcionar á las tierras antes del invierno los abonos orgánicos y lo mismo los amoniacales, porque como la nitrificación no tendrá lugar hasta la primavera, es decir, cuando comienza la actividad vegetativa, las lluvias invernales arrastrarán, cuando más, las pequeñísimas cantidades de nitratos que en esa época se producen, y las pérdidas de nitrógeno ocasionadas serán poco importantes.

6.º Es indispensable que la tierra contenga los fermentos de la nitrificación. Esta necesidad ha sido demostrada por las experiencias de Schloësing y Müntz. Estos sabios han observado que la tierra cesa de nitrificarse cuando los microbios son anestesiados por el cloroformo ó muertos por la calcinación del suelo, y que para restablecer el fenómeno basta introducir en el terreno una pequeña cantidad de tierra fresca que contenga el fermento.

*El fermento nitroso y el fermento nítrico.*—Según los trabajos más recientes, la nitrificación no es un fenómeno tan sencillo como se había creído. Parece fuera de duda por las experiencias de Warrington, Mr. Frankland y Mme. Frankland, Müntz y Winogradsky que la nitrificación comprende dos períodos, cada uno de los cuales es obra de un microbio distinto. En el primer período, el amoniaco se transforma en ácido nitroso y nitritos, por la influencia de un microbio que se puede llamar *fermento nitroso*. Los nitritos formados en este primer estado de la nitrificación son enseguida convertidos en nitratos, por la influencia de otro microbio que es el que merece verdaderamente el nombre de *fermento nítrico*.

*Reducción de los nitratos.*—En las tierras puede también tener lugar el fenómeno inverso de la nitrificación.

Si disminuyendo cada vez más la proporción de oxígeno que contiene la atmósfera confinada en el suelo, se llega á privarla completamente de este gas, el suelo, de oxidante que era, se convierte en un medio *reductor* que destruye los nitratos. Según las experiencias de Schloësing, por la influencia de esta atmósfera desoxigenada, los nitratos empleados como abonos y los procedentes de la nitrificación se reducen, dando lugar á la formación

de una débil cantidad de amoniaco, que es retenido por el suelo en virtud de su poder absorbente; el resto del nitrógeno del ácido nítrico pasa al estado gaseoso, se va á la atmósfera y no es, por tanto, utilizado por los vegetales.

De los recientes trabajos de Gayón y Dupetit resulta que esta desnitrificación ó reducción de los nitratos del suelo es un fenómeno fisiológico, la obra de un fermento, el *bacillus denitrificans*. Este microbio es *anaerobio*, no puede vivir, por consiguiente, en contacto del aire, y se apodera del oxígeno del ácido nítrico para quemar su carbono; las materias orgánicas del suelo bastan á la nutrición de este organismo microscópico. Los microbios de la nitrificación son, por el contrario, *aerobios*, viven en contacto del aire, de cuyo oxígeno se apoderan, como hemos visto, para oxidar el amoniaco y convertirlo en ácido nítrico.

Del conocimiento de las condiciones en que viven estos organismos microscópicos se desprende que, siendo anaerobio el fermento de la desnitrificación, la reducción de los nitratos empleados como abonos ó formados por la nitrificación no es de temer en una tierra bien cultivada, labrada con frecuencia, suelta y bien aireada, porque el oxígeno penetra bastante profundamente para impedir que estos microbios se desenvuelvan y ejerzan su perjudicial influencia reductora. Por el contrario, en un suelo de estas condiciones el microbio de la nitrificación, que es aerobio, se desarrollará perfectamente y la formación de los nitratos á expensas del amoniaco podrá tener lugar con facilidad.

Pero si la tierra está cubierta de agua ó simplemente impregnada de humedad, el aire no circula libremente, y los fenómenos de la reducción de los nitratos no tardan en verificarse, especialmente con la temperatura del verano. La naturaleza del suelo, su composición química, los gérmenes que contenga, influyen naturalmente en la rapidez y en la naturaleza de la reacción.

El conocimiento de estos hechos debe servir de guía al agricultor en el empleo de los nitratos como materias fertilizantes; teniendo en cuenta que estos abonos se descomponen en los medios no aireados, se evitará el inconveniente que resulta de aplicarlos en tierras muy húmedas ó muy compactas.

*Las fuentes del nitrógeno.*—Lo expuesto hasta aquí nos permite establecer de qué fuentes directas ó intermedias toman las plantas el nitrógeno necesario para la elaboración de sus principios in-

mediatos, que es el fin perseguido en la rápida exposición que acabamos de hacer acerca del origen y asimilación del nitrógeno de los vegetales.

Hemos visto que los vegetales toman el nitrógeno:

1.º Del nitrógeno libre, del amoníaco y del ácido nítrico de la atmósfera; directamente del amoníaco, y por intermedio del suelo de los tres.

2.º De los nitratos, de las sales amoniacales y de la materia orgánica nitrogenada que el suelo contiene. Los nitratos son absorbidos directamente por la planta; las sales amoniacales son también absorbidas directamente ó, de lo contrario, transformadas en nitratos; el nitrógeno de la materia orgánica no es absorbido directamente, tiene que transformarse antes en amoníaco ó en ácido nítrico.

Aunque los nitratos, las sales amoniacales y la materia orgánica del suelo pueden proporcionar, directa ó indirectamente, el nitrógeno á las plantas, no pueden considerarse como fuentes primeras, sino como fuentes intermedias de nitrógeno para la vegetación. Las fuentes primordiales del nitrógeno indispensable á la vida de las plantas son: el nitrógeno libre, el amoníaco y el ácido nítrico del aire.

*El nitrógeno de las cosechas.*—Los vegetales, hemos dicho, toman el nitrógeno del aire y del suelo. Conviene, sin embargo, tener en cuenta que en lo que se refiere á la asimilación del nitrógeno, las diferentes plantas cultivadas se conducen de muy distinta manera respecto de los dos medios de donde toman el alimento. Las leguminosas y otros vegetales de abundante follaje toman principalmente de la atmósfera el nitrógeno necesario para su desenvolvimiento y pueden prosperar en tierras desprovistas de este elemento. Los cereales y la mayor parte de las plantas cultivadas toman de preferencia el nitrógeno del suelo, y para dar cosechas abundantes necesitan encontrar en el terreno, además de los otros elementos nutritivos, notable proporción de materias nitrogenadas. Se sigue de aquí que el nitrógeno atmosférico no basta, por lo general, para satisfacer las exigencias de las plantas cultivadas, y que el agricultor debe, en la mayor parte de los casos, añadir al suelo el alimento nitrogenado, bien en forma de nitratos y de sales amoniacales para que sean absorbidos directamente por las raíces, bien al estado de materia orgánica para que al descompo-

nerse proporcione á las plantas el amoníaco y el ácido nítrico, que son formas asimilables del nitrógeno.

*Resumen y conclusiones.*—Del estudio que hemos hecho acerca del origen, fuentes y asimilación del nitrógeno de los vegetales, se deducen las siguientes conclusiones que resumen el estado de nuestros conocimientos sobre la cuestión.

Las plantas toman el nitrógeno de la atmósfera y del suelo. La atmósfera contiene cantidad inmensa de nitrógeno libre, además de pequeñas proporciones de amoníaco y de ácido nítrico.

El nitrógeno libre del aire no es absorbido directamente por los vegetales.

El suelo fija el nitrógeno libre del aire, gracias á la intervención de microbios especiales. Esta fijación tiene lugar así en las tierras cultivadas como en las desprovistas de vegetación. En el cultivo de las leguminosas la fijación del nitrógeno se verifica no solamente en el suelo, sino en las raíces mismas, por la influencia de microbios parásitos de estas raíces. Esta fijación es, en efecto, correlativa de la existencia en las raíces de las leguminosas de nudosidades especiales que contienen gran número de microbios.

Las aguas meteóricas arrastran al suelo el amoníaco y el ácido nítrico del aire, pero la cantidad de nitrógeno que llega al suelo por este medio es insuficiente para explicar la existencia de la vegetación espontánea.

El amoníaco del aire puede ser absorbido por las raíces y por las hojas; parte considerable del nitrógeno de las cosechas procede del amoníaco absorbido por las hojas.

El amoníaco aéreo es también fijado por el suelo. Aunque la absorción del amoníaco por las tierras no basta para suministrar todo el nitrógeno de las fuertes cosechas, constituye por lo menos una fuente no despreciable de dicho elemento nutritivo. El amoníaco aéreo fijado por el suelo ó el que proviene de la descomposición de las materias orgánicas no se marcha por volatilización: la tierra absorbe incesantemente amoníaco del aire, pero no lo restituye directamente á la atmósfera.

El amoníaco retenido por el suelo puede ser absorbido por las plantas; pero, si persiste en el suelo en esa forma, es al poco tiempo transformado en ácido nítrico y nitratos. El suelo, que posee gran propiedad absorbente para el amoníaco, no la tiene para los nitratos: éstos, si no son absorbidos en seguida por la

planta, son arrastrados por las aguas al mar; allí son reducidos y transformados parcialmente en amoniaco que, evaporándose con el agua, pasa á la atmósfera y es transportado por los vientos para ser fijado directamente por las plantas ó por el suelo, ó indirectamente por éste arrastrado por los meteoros acuosos. El paso del amoniaco de los mares á la atmósfera y del aire al suelo se verifica en virtud de la diferencia de tensión del amoniaco en estos diversos medios. La *circulación* del amoniaco en la superficie del globo se explica, pues, de una manera satisfactoria por las leyes fisico-químicas.

El suelo contiene varias fuentes de nitrógeno: los nitratos, las sales amoniacales y la materia orgánica nitrogenada.

Los nitratos pueden ser absorbidos directamente por las plantas.

Las sales amoniacales pueden igualmente ser utilizadas directamente ó, de lo contrario, transformadas en nitratos.

El nitrógeno de la materia orgánica no es absorbido directamente. La materia orgánica tiene antes que descomponerse, y transformarse su nitrógeno en amoniaco. El amoniaco así producido será absorbido directamente por la planta ó transformado en ácido nítrico y nitratos igualmente absorbibles.

La *nitrificación*, ó formación de los nitratos en el suelo, se verifica á expensas del amoniaco ó de las sales amoniacales por una oxidación especial de estas materias. El fenómeno comprende dos períodos, cada uno de los cuales es obra de un microbio distinto. En el primer período, el amoniaco se transforma en ácido nitroso y nitritos, por la influencia de un microbio denominado *fermento nitroso*. Los nitritos formados en este primer período son en seguida convertidos en nitratos por la influencia de otro microbio que ha merecido el nombre de *fermento nítrico*.

En el suelo puede tener también lugar el fenómeno inverso de la nitrificación. Los nitratos, en las tierras poco aireadas, pueden ser reducidos y transformados, en su mayor parte, en nitrógeno gaseoso que se va á la atmósfera y es perdido para la vegetación. Esta *desnitrificación* es producida por la acción de un microbio que se apodera del oxígeno de los nitratos. Del conocimiento de estos fenómenos se desprende que los nitratos no deben aplicarse á las tierras muy húmedas ó muy compactas, donde el aire circula difícilmente.

Las plantas toman el nitrógeno:

1.º Del nitrógeno libre, del amoniaco y del ácido nítrico de la atmósfera; directamente del amoniaco, y por el intermedio del suelo de los tres.

2.º De los nitratos, de las sales amoniacales y de la materia orgánica nitrogenada que el suelo contiene.

Los nitratos, las sales amoniacales y la materia orgánica del suelo deben considerarse como fuentes intermedias de nitrógeno para la vegetación. Las fuentes primordiales del nitrógeno asimilable capaz de entretener la vida de las plantas, y por consiguiente la de los animales, en la superficie del globo son: el nitrógeno libre, el amoniaco y el ácido nítrico del aire.

Las leguminosas y otros vegetales de abundante follaje toman principalmente el nitrógeno de la atmósfera, y prosperan en terrenos desprovistos de este elemento; los cereales y la mayoría de las plantas cultivadas toman de preferencia el nitrógeno del suelo, y para dar cosechas abundantes necesitan encontrar en el terreno notable proporción de materias nitrogenadas. El agricultor debe, pues, en la mayor parte de los casos añadir al suelo el alimento nitrogenado, bien en forma de nitratos, de sales amoniacales ó de materia orgánica.

**Origen y forma asimilable de los elementos fijos ó minerales.**—Las plantas toman exclusivamente del suelo los elementos nutritivos que se hallan en las cenizas. Los elementos nutritivos minerales son ordinariamente absorbidos en forma de sal, y aunque se dice que el fósforo es absorbido en forma de ácido fosfórico, el potasio al estado de potasa, el azufre al estado de ácido sulfúrico, es en realidad en forma de fosfato, de sulfato, etc., como estos elementos penetran en la raíz. Veamos cuál es el origen y la forma asimilable de cada uno de estos elementos.

**Fósforo.**—El fósforo es un alimento indispensable para la existencia y desarrollo de todo ser viviente, planta ó animal. Los animales no podrían proporcionárselo si no entrase en la composición de sus alimentos, encontrándolo especialmente acumulado en proporciones relativamente notables en las semillas de todas las plantas. La naturaleza vegetal está completamente penetrada de ácido fosfórico y de los vegetales toman el hombre y los animales el ácido fosfórico que entra en la composición de sus

órganos, principalmente en los huesos. Las plantas toman el fósforo del suelo, y la falta de esta sustancia en el terreno, más que la de ninguna otra, hace imposible el desarrollo de las especies vegetales.

El fósforo se halla constantemente asociado á las materias albuminoideas de la planta; su presencia, en notable cantidad, al lado del gluten en las semillas de los cereales, en la legumina de las legumbres, demuestra la importancia de este elemento. Según Mayer y Boussingault, existe constantemente una relación notable entre las materias albuminoideas y el ácido fosfórico que contienen las semillas. A un aumento en ácido fosfórico corresponde un aumento en materias albuminoideas.

El fósforo es asimilado bajo la forma de ácido fosfórico, cualquiera que sea la sal.

**Azufre.**—Es, como el fósforo, elemento constitutivo de las materias albuminoideas. Es asimilado en forma de ácido sulfúrico, cualquiera que sea la sal; si está en exceso, determina, como el fósforo, la acumulación del almidón en ciertas partes del vegetal, sin que éste pueda utilizarlo.

**Silicio.**—Existe en las plantas al estado de sílice (ácido silícico). Aunque se halla abundante en las cenizas, parece que no es un elemento nutritivo, pues se ha cultivado maíz en un terreno desprovisto de sílice y floreció y fructificó normalmente.

Abunda la sílice en los tallos de las *colas de caballo* y en los tallos y en las hojas de los cereales, en las cañas del *bambú*, etc. Se creía que daba consistencia á las cañas de los cereales, impidiendo que fueran vencidas por el viento; experiencias directas han probado, por el contrario, que las cañas más ricas en sílice son las menos resistentes.

Según Wolff, la sílice favorece la maduración de los cereales y el completo desenvolvimiento del grano en una época conveniente. Este resultado se obtiene por la acumulación gradual de la sílice en las hojas, cuya vitalidad se detiene, lo que obliga á la savia á dirigirse al grano con más actividad, proporcionándole mayor suma de alimentos.

El silicio es asimilado bajo la forma de ácido silícico de un silicato soluble. Dice Wolff que al descomponerse los feldespatos existentes en el suelo se origina una mezcla de arcilla y de sílice; la sílice permanece mezclada á la arcilla ó se asocia á la

potasa del feldespato, suministrando combinaciones de un grado variable de solubilidad (silicato de potasa soluble).

**Cloro.**—El cloro no es alimento indispensable para la planta. Es asimilado al estado de cloruro.

**Potasio.**—El potasio, combinado al oxígeno para formar potasa (óxido de potasio) juega un gran papel en la nutrición vegetal. La potasa se encuentra en todas las plantas, y de ahí el nombre de *álcali vegetal* con que se la distingue; forma á menudo la mitad del peso de las cenizas de los vegetales.

La potasa es un elemento indispensable á la planta. Es importante para la formación de todas las partes de los vegetales; pero manifiesta, sobre todo en la media de las condiciones del suelo y explotación agrícola, una marcada influencia en la formación de las hojas y de los tallos.

Ya Liebig había emitido la opinión, que los trabajos modernos tienden á confirmar, de que la potasa es indispensable para la elaboración del azúcar en la remolacha.

Según Knop, la absorción absoluta de la potasa está en relación inmediata con la producción de la materia seca.

Parece cierto, dice Proost, que la potasa contribuye á desenvolver el tejido fibroso de las espigas de los cereales, que impide el que sean vencidas por el viento.

Las notables experiencias de Nobbe, Erdmann y Schroeder han demostrado: Que la potasa es necesaria para que se produzca el almidón en los granos de clorofila;—Que en las disoluciones desprovistas de potasa y que contienen todos los demás principios nutritivos, la planta vegeta como en el agua pura, es impotente para asimilar y no aumenta de peso, puesto que sin la intervención de la potasa no puede producirse almidón en los granos de clorofila;—Que el *isomorfismo fisiológico* no existe, es decir, que á pesar de las analogías que en sus propiedades químicas ofrecen los cuerpos llamados isomorfos, como la potasa y la sosa, ni la sosa ni la litina pueden sustituir fisiológicamente á la potasa; mientras que la sosa es simplemente inútil, la litina ejerce una acción perturbadora;—Que el cloruro de potasio es la combinación de potasa más favorable para el desarrollo del centeno y del alforjón y, según Grandean, para la mayor parte de los vegetales del gran cultivo; sigue después el nitrato de potasa.

El potasio es asimilado bajo la forma de óxido (potasa) cual-

quiera que sea la sal, y también bajo la forma de cloruro; pero las formas principales bajo las cuales la planta recibe la potasa son: cloruro potásico, nitrato de potasa, sulfato de potasa y fosfato de potasa; otras de menos importancia son el carbonato de potasa y el sulfuro potásico.

**Sodio.**—El sodio no parece ser indispensable para la alimentación de la planta. Es asimilado en forma de óxido y de cloruro.

**Calcio.**—El calcio en forma de cal (óxido de calcio) es útil á las plantas indirectamente: sirve de soporte al ácido fosfórico y al sulfúrico, y de vehículo para introducirlos en la planta en forma de fosfato y de sulfato; neutraliza el ácido oxálico elaborado por los vegetales en notable cantidad, y que al estado libre obraría como veneno.

**Magnesio.**—Es asimilado en forma de óxido cualquiera que sea la sal. Se encuentra la magnesia (óxido de magnesio), en compañía del ácido fosfórico, localizada en las semillas maduras.

La presencia de la magnesia en los abonos parece favorecer, según Dubrunfaut, la fijación del amoníaco en forma de fosfato amónico-magnesiano, asimilable aunque insoluble. Otro químico, Pellet, sostiene que la magnesia puede contribuir á hacer penetrar en las plantas el ácido fosfórico necesario, en la misma forma de fosfato amónico-magnesiano ó de fosfato de magnesia solamente, como se encuentra en las cenizas de la remolacha.

**Hierro.**—Se ha creído por mucho tiempo, y de aquí la gran importancia que se concedía á este elemento nutritivo, que el hierro era indispensable para la formación de la *clorofila* ó materia verde de los vegetales. Efecto de esta creencia, se empleaba el hierro, para combatir la *clorosis* vegetal ó palidez de las hojas, en soluciones de vitriolo verde (sulfato de hierro); pero el color verde que las hojas adquirían por el empleo de esta substancia parece que es más bien químico que fisiológico, puesto que con el tanino de la hoja se forma un tannato de hierro. Por otra parte, se han cultivado en disoluciones salinas desprovistas de toda traza de hierro, vegetales que ofrecían intensa coloración verde. Está además probado que los árboles padecen la *clorosis* lo mismo en terrenos ricos en hierro que en los que apenas contienen este metal.

Sin embargo, Grandeau, Müntz y otros agrónomos sostienen la

antigua creencia de la necesidad del hierro para la producción de la *clorofila*.

El hierro lo toman las plantas en forma de óxidos.

**Manganeso.**—Este elemento es poco importante; las plantas lo asimilan al estado de óxido.

**Valor fisiológico y valor agrícola de los elementos nutritivos.**—Hemos visto cuáles son los cuerpos simples que constituyen el organismo vegetal y el papel fisiológico que cada uno de ellos desempeña en la alimentación de la planta: conocemos, por consiguiente, los elementos que constituyen el alimento completo que la planta necesita para recorrer todas las fases de su existencia, desde la germinación hasta la fructificación. Cada uno de estos elementos es indispensable á la vida vegetal, porque si uno solo falta, la nutrición y el crecimiento son imposibles; todos tienen, pues, el mismo *valor fisiológico*, es decir, que en lo que se refiere á la nutrición todos estos cuerpos son de un valor idéntico: la planta no puede prescindir ni del hierro, ni de la magnesia, ni del ácido fosfórico, ni del nitrógeno, etc. Pero no todos estos cuerpos tienen el mismo *valor agrícola*, porque mientras la mayor parte se encuentran en el aire ó en el suelo en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades alimenticias del vegetal, otros se hallan en escasa cantidad y hay que añadirselos al suelo en forma de abonos. Los elementos que escasean en las tierras de cultivo y que deben contener los abonos para conservar y aumentar la fertilidad del suelo son: el *nitrógeno*, el *ácido fosfórico* y la *potasa*, en primer término, después la *cal*, y más raramente la *magnesia*; de los demás elementos no debe preocuparse el agricultor, porque el aire ó el suelo los contienen en cantidad suficiente.

## II.—La tierra arable.

Las plantas, como sabemos, toman sus alimentos del aire y del suelo. El agricultor es impotente para modificar la atmósfera; en cambio puede, por medio de los abonos, mejorar las condiciones de alimentación que las tierras de cultivo ofrecen para las plantas, con el fin de obtener cosechas abundantes. Pero para aplicar racionalmente los abonos á las tierras es necesario conocerlas. Debemos, por consiguiente, estudiar la tierra labrantía,

quiera que sea la sal, y también bajo la forma de cloruro; pero las formas principales bajo las cuales la planta recibe la potasa son: cloruro potásico, nitrato de potasa, sulfato de potasa y fosfato de potasa; otras de menos importancia son el carbonato de potasa y el sulfuro potásico.

**Sodio.**—El sodio no parece ser indispensable para la alimentación de la planta. Es asimilado en forma de óxido y de cloruro.

**Calcio.**—El calcio en forma de cal (óxido de calcio) es útil á las plantas indirectamente: sirve de soporte al ácido fosfórico y al sulfúrico, y de vehículo para introducirlos en la planta en forma de fosfato y de sulfato; neutraliza el ácido oxálico elaborado por los vegetales en notable cantidad, y que al estado libre obraría como veneno.

**Magnesio.**—Es asimilado en forma de óxido cualquiera que sea la sal. Se encuentra la magnesia (óxido de magnesio), en compañía del ácido fosfórico, localizada en las semillas maduras.

La presencia de la magnesia en los abonos parece favorecer, según Dubrunfaut, la fijación del amoníaco en forma de fosfato amónico-magnesiano, asimilable aunque insoluble. Otro químico, Pellet, sostiene que la magnesia puede contribuir á hacer penetrar en las plantas el ácido fosfórico necesario, en la misma forma de fosfato amónico-magnesiano ó de fosfato de magnesia solamente, como se encuentra en las cenizas de la remolacha.

**Hierro.**—Se ha creído por mucho tiempo, y de aquí la gran importancia que se concedía á este elemento nutritivo, que el hierro era indispensable para la formación de la *clorofila* ó materia verde de los vegetales. Efecto de esta creencia, se empleaba el hierro, para combatir la *clorosis* vegetal ó palidez de las hojas, en soluciones de vitriolo verde (sulfato de hierro); pero el color verde que las hojas adquirían por el empleo de esta substancia parece que es más bien químico que fisiológico, puesto que con el tanino de la hoja se forma un tannato de hierro. Por otra parte, se han cultivado en disoluciones salinas desprovistas de toda traza de hierro, vegetales que ofrecían intensa coloración verde. Está además probado que los árboles padecen la *clorosis* lo mismo en terrenos ricos en hierro que en los que apenas contienen este metal.

Sin embargo, Grandeau, Müntz y otros agrónomos sostienen la

antigua creencia de la necesidad del hierro para la producción de la *clorofila*.

El hierro lo toman las plantas en forma de óxidos.

**Manganeso.**—Este elemento es poco importante; las plantas lo asimilan al estado de óxido.

**Valor fisiológico y valor agrícola de los elementos nutritivos.**—Hemos visto cuáles son los cuerpos simples que constituyen el organismo vegetal y el papel fisiológico que cada uno de ellos desempeña en la alimentación de la planta: conocemos, por consiguiente, los elementos que constituyen el alimento completo que la planta necesita para recorrer todas las fases de su existencia, desde la germinación hasta la fructificación. Cada uno de estos elementos es indispensable á la vida vegetal, porque si uno solo falta, la nutrición y el crecimiento son imposibles; todos tienen, pues, el mismo *valor fisiológico*, es decir, que en lo que se refiere á la nutrición todos estos cuerpos son de un valor idéntico: la planta no puede prescindir ni del hierro, ni de la magnesia, ni del ácido fosfórico, ni del nitrógeno, etc. Pero no todos estos cuerpos tienen el mismo *valor agrícola*, porque mientras la mayor parte se encuentran en el aire ó en el suelo en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades alimenticias del vegetal, otros se hallan en escasa cantidad y hay que añadirselos al suelo en forma de abonos. Los elementos que escasean en las tierras de cultivo y que deben contener los abonos para conservar y aumentar la fertilidad del suelo son: el *nitrógeno*, el *ácido fosfórico* y la *potasa*, en primer término, después la *cal*, y más raramente la *magnesia*; de los demás elementos no debe preocuparse el agricultor, porque el aire ó el suelo los contienen en cantidad suficiente.

## II.—La tierra arable.

Las plantas, como sabemos, toman sus alimentos del aire y del suelo. El agricultor es impotente para modificar la atmósfera; en cambio puede, por medio de los abonos, mejorar las condiciones de alimentación que las tierras de cultivo ofrecen para las plantas, con el fin de obtener cosechas abundantes. Pero para aplicar racionalmente los abonos á las tierras es necesario conocerlas. Debemos, por consiguiente, estudiar la tierra labrantía,

considerándola principalmente como depósito de una parte importante de los alimentos de las plantas, y procurando poner de manifiesto que la aplicación y la elección de los abonos dependen casi enteramente de la composición de las tierras.

La tierra arable está generalmente formada por la mezcla de sustancias minerales y materia orgánica. Los elementos minerales de la tierra arable son el resultado de la desagregación de las rocas que constituyen la corteza terrestre. La materia orgánica de la tierra arable consiste en restos de vegetales en estado más ó menos avanzado de descomposición; proceden estos restos de las plantas que el suelo sostenía anteriormente.

**Formación de la tierra arable: destrucción progresiva de las rocas.**—Veamos de qué manera las diversas rocas que constituyen la corteza terrestre han dado origen á la parte mineral de las tierras de cultivo.

Por la influencia de varias causas naturales las rocas han sufrido y sufren en la actualidad una destrucción progresiva. Los residuos de las rocas destruidas constituyen, como se ha dicho, los elementos minerales de la tierra arable. La acción simultánea del *aire* y del *agua* determina principalmente esta destrucción. Estos agentes, atacando química y mecánicamente las rocas, disgregan sus elementos reduciéndolos á tenues materiales que las aguas corrientes transportan desde las cumbres y flancos de las montañas á las llanuras, donde estos materiales forman depósitos de cierto espesor.

El agua obra sobre las rocas de distinta manera, según se halle en estado sólido ó líquido. Al solidificarse convirtiéndose en hielo, el agua aumenta de volumen con fuerza irresistible, desagregando las rocas en que se ha infiltrado, por duras y compactas que sean. En estado líquido el agua penetra en las rocas á profundidades tanto mayores cuanto más porosas son, disolviendo las materias solubles y dejando espacios vacíos; el aflujo de nueva cantidad de agua ó el choque de las aguas y de los vientos convierte fácilmente la roca en materia pulverulenta. Los rozamientos que sufren los minerales arrastrados por los torrentes y los ríos los reducen también á pequeños fragmentos.

El ácido carbónico y el oxígeno del aire atacan químicamente la mayor parte de las rocas, especialmente las silicatadas y calcáreas, originando sustancias solubles en el agua. Además, el

ácido carbónico combinándose con las bases de las rocas y oxígeno peroxidando los óxidos de hierro y de manganeso, aumentan el volumen, y obrando á modo de cuñas hacen saltar las rocas en fragmentos.

Las materias que resultan de la destrucción de las rocas son de naturaleza distinta, según las rocas de que proceden, y originan por lo mismo tierras estériles en unos casos y más ó menos fértiles en otros.

**Tierras locales y tierras de transporte.**—Pocas veces los materiales disgregados quedan sobre la roca que los ha originado; cuando esto ocurre se forman las tierras denominadas *locales*, de composición parecida á la de las rocas subyacentes y poco favorables por lo general para el cultivo. Habitualmente los materiales son arrastrados á grandes distancias por las aguas, originándose las tierras llamadas *de transporte*, que nada tienen de común en cuanto á su composición química con las rocas que las sostienen, y cuya fertilidad es mayor que la de las tierras locales.

Los *aluviones* ó depósitos abandonados por los ríos en sus orillas son terrenos de transporte; su fertilidad es ordinariamente notable. Es bien conocida la virtud fertilizante de los limos ó cienos que resultan de las inundaciones periódicas del Nilo.

**Materia orgánica de las tierras.**—Hemos visto cómo se forma la parte mineral de las tierras agrícolas; veamos ahora el origen de la materia orgánica que el suelo contiene.

Una vez las rocas desagregadas, aparecen y comienzan á vegetar sobre este suelo nuevas ciertas plantas inferiores (algas, musgos y líquenes) producidas por gérmenes transportados por el viento; introduciendo sus delgadas raíces por los intersticios de las rocas, contribuyen á acelerar el trabajo de desagregación. Como estos vegetales toman la mayor parte de sus alimentos de la atmósfera, pueden desarrollarse y multiplicarse en este suelo estéril, con tal de que dispongan de la humedad necesaria. Al morir estas plantas, sus restos se descomponen, dando origen á la materia orgánica, cuya presencia puede decirse que caracteriza la *tierra vegetal*. Sobre este suelo, ya provisto de materia orgánica, se desenvuelven otras plantas de organización más complicada, cuyos restos aumentarán el espesor de la tierra vegetal, la cual con el tiempo podrá dedicarse al cultivo.

26952

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Apl. 1925 MONTERREY, MEXICO

UNIVERSIDAD

**Capas de la tierra arable.**—Las capas más superficiales de la tierra labrantía, hasta la profundidad donde la naturaleza mineralógica comienza á cambiar, reciben el nombre de *suelo*. Las capas de naturaleza diferente situadas inmediatamente debajo del suelo constituyen el *subsuelo*. Y la capa homogénea, rocosa, impermeable, constituida generalmente por arcilla, marga ó caliza compacta, sobre la cual descansa el subsuelo, se llama *capa impermeable*.

El subsuelo puede faltar; entonces el suelo descansa directamente sobre la capa impermeable.

Cuando el suelo es profundo se llama *suelo activo* á la capa superior, donde se verifican las labores ordinarias, y *suelo inerte* á las capas situadas entre el suelo activo y el subsuelo.

No sólo el suelo activo interviene en la vegetación: el suelo inerte y el subsuelo contribuyen también á la nutrición de las plantas, pues las raíces de los diversos cultivos penetran más profundamente de lo que se cree cuando no tropiezan con una capa impermeable.

La profundidad de la tierra arable influye en su fertilidad.

**Elementos constitutivos de la tierra arable.**—La tierra labrantía está constituida de dos órdenes de elementos: unos cuyo papel es más especialmente físico, y otros cuya función es más particularmente química. Los primeros se encuentran en el suelo en mayor cantidad, y se llaman por eso *elementos dominantes*; los segundos son mucho menos abundantes.

**Elementos físicos.**—Cuatro elementos dominan ordinariamente en las tierras de labor: la *arena silícea*, la *arcilla*, la *caliza* y el *humus*. Los tres primeros son minerales, el humus es la materia orgánica que el suelo contiene. De la proporción en que se encuentran estos cuatro elementos dependen las propiedades físicas de las tierras. Veamos qué influencia ejerce cada uno de ellos en estas propiedades.

**Arena silícea.**—Aparte de pequeñas proporciones de las otras sustancias, el suelo no contiene más que elementos arenosos. Se podría decir que la tierra labrantía consiste casi exclusivamente en arena. Pero, para acomodarnos á los usos agrícolas, reservaremos este nombre á los elementos que ofrecen mayores dimensiones, á los materiales que se precipitan rápidamente cuando se diluye la tierra en un gran volumen de agua. Aun

así definida la arena, es el elemento que se encuentra en mayor proporción en las tierras de cultivo.

La arena silícea comunica soltura y permeabilidad al suelo. Procede de la descomposición de las rocas cuarzosas.

**La arcilla** es un silicato de alúmina hidratado, acompañado generalmente de una notable proporción de óxido de hierro y de pequeñas cantidades de otras sustancias (álcalis y tierras). Procede la arcilla de la descomposición de los feldespatos de las rocas silicatadas. El ácido carbónico del aire ó del agua, obrando sobre los feldespatos, se apodera de su base alcalina (potasa, sosa y cal) y las transforma en carbonatos; la sílice puesta en libertad se hace soluble y es arrastrada por las aguas, y el silicato de alúmina que resta, hidratándose, constituye la arcilla.

La arcilla absorbe y retiene gran cantidad de agua, con la que forma pasta muy glutinosa y adherente, completamente impermeable al aire y á la humedad y que se adhiere con fuerza extraordinaria á los instrumentos de labranza. Al desecarse, lo que se verifica lentamente, se agrieta y adquiere tal dureza que los instrumentos de cultivo apenas la pueden dividir. La arcilla comunica al suelo tenacidad, disminuye la permeabilidad, dificulta las labores y contribuye, por último, á retener la humedad.

**Caliza.**—Las tierras de labor contienen restos calcáreos en mayor ó menor proporción. Proceden estos restos de la destrucción de las rocas calcáreas. Unos son extremadamente tenues, otros ofrecen mayores dimensiones y desempeñan el papel físico que hemos señalado á la arena silícea.

La caliza no persiste indefinidamente en las tierras de cultivo. Por la influencia del agua y del ácido carbónico existente en el suelo, la caliza se disuelve lentamente pasando al estado de bicarbonato. Las disoluciones calcáreas coagulan la arcilla que el suelo contiene, y gracias á esta coagulación persiste, como vamos á ver, la permeabilidad de las tierras.

Uno de los efectos de las labores es dividir la tierra en partículas dejando entre ellas intersticios, donde el aire, el agua y las raíces penetran sin dificultad. Para que tal estado de división, tan provechoso para la vegetación, persista, es necesario que los elementos arenosos de la tierra sean retenidos por una especie de cemento. Este cemento es generalmente la arcilla. Pero la arcilla no es capaz de reunir entre sí los granos sólidos más que

cuando está coagulada. Las sales calcáreas mantienen la arcilla del suelo en estado de coagulación; sin estas sales, la arcilla, arrastrada por el agua, cerraría los intersticios de la tierra, la cual perdería toda su permeabilidad.

De este modo las disoluciones calcáreas del suelo dan cierta permanencia á los efectos mecánicos de las labores, pues gracias á ellas la permeabilidad de la tierra puede persistir. Esta permanencia no es indefinida, puesto que es necesario verificar de tiempo en tiempo nuevas labores en las tierras.

**El humus** ó materia oscura, cuya presencia caracteriza verdaderamente la tierra arable, es el resultado de la descomposición de las materias orgánicas, y sobre todo de los residuos vegetales que el suelo contiene. Puede igualmente ser producido por una transformación análoga de las materias vegetales ó animales añadidas al suelo por el agricultor, tales como, por ejemplo, el estiércol.

Esta descomposición se debe á la acción del oxígeno, de la humedad y de ciertos microbios que nunca faltan en la tierra vegetal. Estos pequeños organismos provocan activamente la combustión de la materia orgánica: el carbono pasa al estado de ácido carbónico, el hidrógeno da agua, el nitrógeno suministra cierta dosis de amoniaco que permanece fijado por la porción de materia no transformada, y se producen cuerpos negruzcos, ligeramente ácidos, designados con el nombre de ácido húmico, á los cuales la materia debe su coloración cada vez más oscura. El producto de este trabajo es el *humus*, mezcla compleja de sustancias más ó menos nitrogenadas.

En el seno del agua, sustraída la materia orgánica á la acción oxidante del aire, la descomposición se verifica con extremada lentitud y deja como residuo lo que se llama *turba*.

Por la influencia de diversos agentes, ácidos, álcalis y hasta por la acción misma del agua, las sustancias húmicas, incapaces de servir inmediatamente para nutrir las plantas, se transforman lentamente en amoniaco y en otros principios solubles que parecen susceptibles de concurrir directamente á la nutrición vegetal. El amoniaco que se halla así desprendido de una manera continua, se fija sobre las partículas terrosas, donde una porción será utilizada directamente en la nutrición vegetal. Pero si las circunstancias son favorables, la mayor parte se cambiará en nitra-

tos, forma la más perfecta de la alimentación nitrogenada de las plantas.

El humus, como se ve, contribuye á la nutrición vegetal, no porque sea directamente absorbido y asimilado, sino porque ofrece á las raíces de un modo lento y continuo materiales nutritivos que la planta utiliza. Por otra parte, el ácido carbónico que resulta de la combustión de la materia orgánica ejerce una acción disolvente respecto de ciertos principios minerales, y notablemente sobre los fosfatos y las calizas; de modo que el humus contribuye indirectamente á la nutrición vegetal favoreciendo la disolución de las sales minerales. Además, según Grandeau, el humus forma con ciertas sustancias minerales del suelo, entre las cuales figuran importantes principios fertilizantes (potasa, ácido fosfórico), verdaderas combinaciones que ofrece á las raíces de las plantas, en una forma en que pueden ser fácilmente utilizadas por éstas.

Desde el punto de vista físico, la materia orgánica ejerce una influencia muy marcada sobre la tierra vegetal, sea por sí misma cimentando los elementos arenosos, sea indirectamente modificando las propiedades de la arcilla; en estos dos casos, la materia orgánica puede concurrir eficazmente al mullimiento del suelo, como vamos á ver.

Para que la tierra conserve su división en partículas, es necesario que sus elementos arenosos sean agregados por sustancias que desempeñen las funciones de cemento. La arcilla, según se ha dicho, es una de éstas sustancias, pero no es la única. El humus puede reemplazar á la arcilla para cimentar las partículas terrosas. Ciertas tierras, que carecen de arcilla, deben al humus la tenacidad necesaria para que el mullimiento del suelo pueda subsistir. Tal sucede en algunas tierras de bosques, constituidas por una mezcla de arena y humus. *El humus da*, por consiguiente, *cohesión á las tierras muy ligeras*.

El humus, que puede reemplazar á la arcilla como cemento, puede también, en otros casos, atemperar sus propiedades. Mezclados estos dos cementos, no se suman sus efectos. Al contrario, el humus, cuando está en proporción suficiente, debilita la consistencia de la arcilla. *El humus disminuye*, por lo tanto, *la cohesión de las tierras muy fuertes*.

Según se ve, el humus desempeña en el suelo un papel impor-

tante. Es necesario no dejarlo desaparecer. El empleo exclusivo de los abonos químicos ocasiona frecuentemente una considerable disminución del humus, perjudicial á la fertilidad del suelo. Si estos abonos no van acompañados de abonos orgánicos, el humus desaparecerá y podrá suceder que la tierra llegue á ser excesivamente fuerte ó ligera, impropia, por lo mismo, en ambos casos, para una vegetación próspera.

**Elementos químicos de la tierra arable.**—Además de la sílice, la arcilla, la caliza y el humus, que obran sobre todo física y mecánicamente, la tierra contiene otras sustancias, que sirven de alimento á las plantas y comunican fertilidad al suelo. Los elementos químicos de la tierra arable son muy numerosos, pero todos no desempeñan en la nutrición de las plantas un papel de igual importancia; los principales son: el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa, la cal, la sosa, la magnesia, el ácido sulfúrico y los óxidos de hierro y de manganeso.

El nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal son los más importantes de todos estos cuerpos; veamos cómo se encuentran en las tierras arables.

**El nitrógeno de las tierras arables** se halla, como sabemos, en tres estados diversos: al estado de ácido nítrico, al estado de amoníaco y al estado de nitrógeno orgánico. Las dos primeras formas pueden ser utilizadas inmediatamente por las plantas; el nitrógeno orgánico no es utilizable hasta después de ser transformado en nitrógeno amoniacal ó en nitrógeno nítrico. El nitrógeno orgánico contenido en la tierra no debe ser, pues, considerado como útil más que cuando puede sufrir las transformaciones que lo convierten en amoníaco ó en nitrato. Si el suelo ofrece las condiciones necesarias para que la nitrificación se verifique, como sucede en la generalidad de los casos, el nitrógeno orgánico debe ser tenido en cuenta como elemento de fertilidad; pero si carece de estas condiciones, como ocurre con frecuencia en las tierras graníticas y en general en las tierras recién roturadas, puede darse el caso de que el suelo contenga grandes cantidades de nitrógeno orgánico de las cuales la planta no pueda sacar ningún provecho. Este nitrógeno sólo podrá llegar á tener valor si se modifica la tierra de modo que se provoque su transformación. Resulta, por consiguiente, que en lo que se refiere al valor agrícola de las materias nitrogenadas contenidas en el suelo

no basta determinar solamente la cantidad de nitrógeno, sino también y sobre todo su aptitud á sufrir las transformaciones indispensables para que sea asimilado por las plantas.

La riqueza del suelo en nitrógeno es muy variable, y sólo una débil parte se halla al estado de nitrato ó de compuestos amoniacales. En general no excede del 2 al 3 por 100 del nitrógeno total la proporción de este nitrógeno asimilable. La proporción de nitrógeno orgánico que se nitrifica en el curso de un año depende de muchas circunstancias. Todo el nitrógeno nítrico que resulta de la nitrificación no es absorbido; parte de él se pierde arrastrado por las aguas.

**El ácido fosfórico** de la tierra arable se halla en forma de *fosfatos* (principalmente fosfato de cal, fosfato de alúmina y fosfato de hierro). Estos fosfatos son por completo insolubles en el agua pura, pero solubles en pequeñas dosis en el agua cargada de materias salinas ó de ácido carbónico.

La cantidad absoluta de ácido fosfórico de las tierras es muy variable, y parece estrechamente relacionada con su fertilidad: habitualmente las tierras muy productivas son ricas en ácido fosfórico.

El ácido fosfórico de las tierras procede de la descomposición de las rocas graníticas, volcánicas, esquistosas y calcáreas de casi todas las edades geológicas.

Una tierra que contiene por kilogramo menos de cinco decigramos de ácido fosfórico, tiene necesidad de abonos fosfatados; en el caso de no querérselos suministrar, conviene dedicarla al cultivo forestal, que es el menos exigente en ácido fosfórico.

En general, todas las veces que la dosis de ácido fosfórico es inferior á un gramo, la adición de abonos fosfatados será útil. En una tierra que contenga más de un gramo por kilogramo esta adición será inútil, ó por lo menos de poca utilidad y, en general, no será remuneradora.

**La potasa** se halla en la tierra arable en dos estados bien diferentes: 1.º, al estado de combinaciones solubles (nitratos, carbonatos y clorhidratos); 2.º, al estado de combinaciones insolubles (silicatos de potasa). La mayor parte se halla al estado de silicatos insolubles, procedentes de la destrucción de las rocas graníticas.

Las aguas subterráneas, siempre cargadas de ácido carbónico,

roban á estos silicatos pequeñas cantidades de potasa, que pasan al estado de carbonato disuelto. Este es consumido por las plantas ó si no fijado por las partículas de humus y de arcilla, que lo retienen con energía. La potasa así fijada por la tierra constituye una verdadera reserva nutritiva que permanece constantemente á disposición de las raíces.

Las tierras de origen granítico ó volcánico son, por lo general, muy ricas en potasa. Las tierras arcillosas están ordinariamente bien provistas, mientras que los suelos calcáreos sólo contienen débiles proporciones.

Se puede considerar como suficientemente ricas en potasa las tierras que contienen, por kilogramo, de uno á dos gramos de potasa total; si contienen menos de un gramo por kilogramo de tierra, la adición de abonos potásicos es ordinariamente útil.

**La cal** no existe nunca en el suelo al estado de cal libre. Se encuentra principalmente al estado de *carbonato de cal*, ó caliza, que á veces, en los suelos cretáceos, constituye la mayor parte de la tierra. El *sulfato*, el *fosfato* y los *silicatos* de cal se hallan frecuentemente, pero en dosis más débiles; hay también, temporalmente, *nitrate de cal*, resultado de la nitrificación, que puede ser fácilmente arrastrado por las aguas abundantes.

Existe, por fin, la cal al estado de *humato de cal*, sobre todo en las tierras ácidas, y á veces en cantidades considerables. Los ácidos húmicos, que se producen por la destrucción de las materias vegetales, no pueden existir al lado del carbonato de cal sin destruirlo: el ácido carbónico se desprende, y la cal se combina al ácido orgánico. Este efecto se producirá siempre en tanto que la totalidad del humus no haya sido saturada de cal. *En una tierra de reacción ácida, el carbonato de cal no puede subsistir normalmente; no puede permanecer libre la caliza más que en un suelo no ácido.*

*Necesidad del carbonato de cal.*—De todas las sales minerales que entran en la composición de una tierra arable perfecta, el carbonato de cal es una de las más necesarias para la fertilidad del suelo.

El mullimiento del suelo no puede subsistir bajo la acción de las aguas pluviales más que cuando la tierra contiene sales de cal capaces de coagular la arcilla y de oponerse así á que sea arrastrada por el agua. La caliza, disuelta por la influencia del

agua y del ácido carbónico existentes en el suelo, coagula la arcilla y contribuye á que persista el mullimiento de la tierra vegetal preparada por las labores.

La caliza proporciona á las plantas la cal que necesitan.

El carbonato de cal es además necesario para asegurar los fenómenos de la formación del humus y de la nitrificación. La nitrificación se verifica con el concurso del carbonato de cal. Este satura con su base el ácido nítrico á medida que se va produciendo. Para que la nitrificación se efectúe convenientemente, no basta que la tierra contenga cal; es necesario que la tierra no sea ácida, sino ligeramente alcalina, para lo cual es preciso que el ácido húmico esté completamente saturado y haya además algo de caliza en exceso. El humato de cal no es apto para entretener la producción de los nitratos; es necesario el carbonato de cal.

De aquí la utilidad de conocer la riqueza de una tierra en *cal carbonatada*. El dosado de la *cal total* no basta. Se ha demostrado que un gran número de tierras en que la riqueza de cal es muy grande carecen de carbonato de cal: la cal está enteramente combinada á los ácidos del humus. Esta ausencia de caliza libre da ordinariamente por resultado la acidez del suelo, pues el ácido húmico no está completamente saturado. El suelo se halla entonces en un estado desfavorable para el cultivo, que conviene modificar añadiendo enmiendas calcáreas que destruyan esta acidez.

La falta de caliza no es de temer, *siempre que la tierra dé lugar á una viva efervescencia cuando se vierta sobre ella un ácido*, tal como el ácido clorhídrico, ó solamente vinagre.

**Los otros elementos químicos de la tierra arable** tienen una importancia agrícola mucho menos considerable, porque algunos se encuentran en cantidades, por decirlo así, inagotables, y otros no son indispensables á la nutrición vegetal. Únicamente del nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y cal, que son de los alimentos de las plantas los que más escasean en las tierras de cultivo, debe preocuparse el agricultor para añadirse los al suelo por medio de los abonos cuando éste no los contenga en la debida proporción. Al tratar de los *campos de experiencias* daremos á conocer el procedimiento para determinar la ausencia ó presencia en el suelo de estos cuatro elementos de la fertilidad.

**Clasificación de los elementos constitutivos de la tierra arable.**—Según dijimos, de los elementos constitutivos de la tierra arable, unos desempeñan principalmente un papel físico (*elementos mecánicos*), la función de los otros es especialmente química (*elementos químicos*). De los elementos químicos del suelo, unos se hallan en estado de ser asimilados inmediatamente por la planta (*elementos asimilables activos*) y otros necesitan para ser asimilados sufrir ciertas transformaciones (*elementos asimilables en reserva*).

Resulta, por consiguiente, que en definitiva la tierra vegetal se compone de tres órdenes de elementos: elementos mecánicos, elementos asimilables activos y elementos asimilables en reserva.

Los elementos mecánicos (arena, arcilla, caliza y humus), que forman la gran masa del suelo, tienen por objeto servir de asiento á las plantas. De ellos dependen las propiedades físicas de las tierras.

Los elementos asimilables activos (materias nitrogenadas, ácido fosfórico, potasa y cal, principalmente), que se encuentran en muy pequeña proporción en el suelo, son la fuente de la nutrición vegetal. De la proporción en que se encuentran estos cuatro elementos depende la riqueza nutritiva de las tierras.

Los elementos asimilables en reserva servirán para subvenir á las futuras necesidades; con ellos no puede contar el agricultor para las cosechas inmediatas.

Una tierra no posee gran fertilidad si no contiene en una buena proporción los tres órdenes de materiales indicados.

**Poder absorbente de la tierra vegetal.**—Si las tierras no contuviesen los principios fertilizantes más que al estado de mezcla, sin tener una aptitud especial para retenerlos, las aguas pluviales arrastrarían las sustancias nutritivas solubles, suprimiendo la fertilidad de la tierra y haciendo inútiles y ruinosos los esfuerzos que el agricultor ha verificado al añadir al suelo estas materias.

Afortunadamente la tierra vegetal tiene la propiedad importantísima de absorber y retener al estado insoluble, á pesar de la acción disolvente del agua, ciertas sustancias, solubles de ordinario, entre las cuales figuran importantes alimentos de las plantas. Se designa corrientemente esta propiedad con el nombre de *poder absorbente*.

Gracias al poder absorbente conserva la tierra vegetal al estado de reserva ciertos principios necesarios para la nutrición vegetal, elaborados por el mismo suelo ó aportados á él por las aguas pluviales ó por los abonos, que sin esta propiedad serían en gran parte arrastradas por las aguas subterráneas y perdidos para la agricultura.

*La tierra fija el amoniaco, la potasa y el ácido fosfórico:* el agua, aunque sea en cantidad muy abundante, no arrastra estos principios, ó cuando más los arrastra en muy pequeñas dosis. Por el contrario, *los nitratos no son retenidos por la tierra*, y pueden ser completamente arrastrados por las lluvias abundantes ó por los riegos prolongados.

La siguiente experiencia demuestra el poder absorbente de la tierra vegetal. Si á través de una capa de tierra se hace filtrar una disolución de una sal amoniacal ó de cualquiera base alcalina ó térrea necesaria á los vegetales, una parte considerable, si no la totalidad de la base disuelta, es retenida por la tierra y fijada por sus partículas. La cantidad absorbida varía mucho según la naturaleza de la tierra y la del principio disuelto y según el grado de concentración y el volumen del líquido.

El poder absorbente no existe ni en la arena pura ni en la caliza. En cambio la arcilla y el humus pueden retener energicamente las materias fertilizantes; una sola de estas dos sustancias basta. Las tierras desprovistas á la vez de arcilla y de humus son incapaces de fijar las sustancias fertilizantes.

La facultad absorbente no es ilimitada y se llegaría á saturar la tierra si se le añadiesen cantidades considerables de abonos. Pero en la práctica no hay temor de que se pase de este límite, muy superior para las tierras arables de calidad media, á las dosis de principios fertilizantes que normalmente se introducen en el suelo por medio de los abonos.

*Explicación del poder absorbente.*—La explicación de estos hechos ha permanecido hasta hace poco muy oscura. Todavía no se han esclarecido por completo; sin embargo, trabajos recientes han arrojado sobre ellos viva luz.

Se ha dicho con frecuencia, y se dice todavía en las obras de química agrícola, que la presencia de la caliza (carbonato de cal) es necesaria para que la tierra ejerza el poder absorbente respecto de las disoluciones salinas. Estos autores explican de la

siguiente manera el poder absorbente de la tierra vegetal: cuando se introduce en el suelo el sulfato de amoniaco, por ejemplo, esta sal, al encontrar al carbonato de cal, sufre una doble descomposición que da nacimiento al carbonato de amoniaco y al sulfato de cal; el carbonato de amoniaco así producido es fijado por el suelo, y el sulfato de cal es arrastrado por las aguas. Para probar la necesidad de la presencia del carbonato de cal en el fenómeno de la fijación se dice que si se lava una tierra con ácido clorhídrico y después con agua, se hace incapaz de fijar las bases de las disoluciones de sales alcalinas. Mr. Brustlein, á quien se debe interesantísimas experiencias, análogas á las de Way, sobre la absorción del amoniaco, libre ó al estado salino, por las tierras de naturaleza diversa, ha tratado de establecer con más precisión la necesidad de la caliza. Habiendo comprobado desde luego que la descomposición de una disolución de sal amoniacal no tiene lugar en una tierra previamente lavada con el ácido, ha mantenido esta tierra en una disolución de bicarbonato de cal que ha hecho hervir con la idea de precipitar sobre las partículas terrosas la caliza en un estado de división extrema, y ha observado que después de este tratamiento la tierra vuelve á ser capaz de fijar el amoniaco de una sal. Hay que reconocer que este resultado parece confirmar la necesidad de la caliza para el ejercicio del poder absorbente; pero admitida esta necesidad, se deduce una consecuencia sorprendente é inexplicable: si el carbonato de cal toma parte en la descomposición por la tierra de una sal alcalina á base fija, tal como el sulfato de potasa, descomposición en la cual se forma sulfato de cal, también debe formarse carbonato de potasa; es decir, que se verifica una reacción inconciliable con la acción bien conocida del carbonato de potasa sobre el sulfato de cal.

Las ideas de Mr. P. de Mondesir explican satisfactoriamente estos hechos. Según las investigaciones en gran parte inéditas de este sabio, el poder absorbente de la tierra vegetal se debe esencialmente á la propiedad que poseen la materia ácida, designada con el nombre de ácido húmico, y también el ácido silícico de ser polibásicos, de tomar las bases que les son ofrecidas, por simple adición si las bases están libres, por doble cambio si se encuentran al estado salino.

Consideremos, por ejemplo, el caso en que se trate una tierra

rica en humato de cal por una disolución de sulfato de potasa; una porción de sal es descompuesta. Según Mondesir, el humato de cal ha cambiado una parte de su cal por una cantidad equivalente de potasa, y se forma un humato polibásico. En estos cambios, los silicatos pueden conducirse á la manera de los humatos.

No es, por consiguiente, la caliza lo que es necesario para la descomposición de las disoluciones salinas por la tierra; es la existencia de humatos ó de silicatos polibásicos, entre los cuales dominan ordinariamente los de cal. Cuando se lava la tierra con el ácido, se destruye estos compuestos; cuando se la hace hervir enseguida con una disolución de bicarbonato de cal, se los reforma. Haciendo de este modo desaparecer ó reaparecer sucesivamente los cuerpos polibásicos del suelo, se quita y se devuelve á la tierra la facultad de descomponer las disoluciones salinas. Pero el carbonato de cal no interviene para nada en esta descomposición.

Ni siquiera es la cal la base necesaria á que deben sustituir las que la tierra absorbe de las disoluciones salinas. Ocurre que en una tierra se puede á voluntad fijar una ú otra base en sustitución de tal ó cual otra. Cuando se trata una tierra calcárea por una disolución de sal común, se produce una absorción de sosa con eliminación de cal; si enseguida, después de haber lavado la tierra con agua, se la agita en una disolución de sulfato de cal, se forma sulfato de sosa con fijación de cal. Mr. de Mondesir ha ejecutado muchas veces estas operaciones, especialmente en el curso de sus notables investigaciones sobre la formación natural del natron. En estas reacciones, los elementos formadores de las bases, es decir, el ácido húmico y la sílice, pueden cargarse alternativamente de una ó de otra base, según la disolución que se les ofrezca; se puede considerar á estos cuerpos como los seres de la absorción.

Tal vez concedemos una precisión exagerada á una teoría de la cual quedan todavía muchos puntos por esclarecer. Pero es de creer que, fuera de los humatos y de los silicatos, otros elementos del suelo intervienen en el poder absorbente. Pero en el estado actual de la cuestión, se puede, para simplificar, no considerar como agentes de la absorción más que á estos compuestos, que son los que deben ejercer influencia preponderante.

Cualquiera que sea, además, la explicación del poder absor-

benté de la tierra, lo que importa tener en cuenta, sobre todo, son los hechos. Resulta positivamente de las experiencias citadas que la tierra vegetal es capaz de fijar al estado insoluble las bases alcalinas. Los ácidos no son retenidos; así el ácido nítrico de los nitratos atraviesa la tierra sin ser fijado. No sucede lo mismo con el ácido fosfórico; pero la fijación de este ácido parece ser un fenómeno extraño á los atribuidos al poder absorbente, y resultar simplemente de que este cuerpo forma con las bases del suelo combinaciones insolubles. El fosfato de cal disuelto en el agua por la acción del ácido carbónico es inmediatamente precipitado en presencia de un exceso de sesquióxido de hierro ó de alúmina, tan completamente que en el líquido que se puede separar por filtración no se encuentra traza de ácido fosfórico; el fosfato de sosa y el de cal dan lugar á la misma observación (P. Thénard). Las tierras contienen siempre suficiente óxido de hierro y de alúmina para insolubilizar el ácido fosfórico; á esto se debe el que el ácido fosfórico sea retenido por la tierra. En resumen, la tierra fija los principios fertilizantes más importantes, con excepción de los nitratos.

*Consecuencias prácticas.*—De lo expuesto se deducen consecuencias prácticas muy importantes:

1.<sup>a</sup> Se puede añadir al suelo grandes cantidades de ácido fosfórico, de sales de potasa y de amoníaco, siempre que la tierra contenga arcilla ó humus. Estas materias serán fijadas y quedarán en estado de reserva; el agua de lluvia no las arrastrará.

Como los ácidos de las disoluciones de las sales alcalinas no son retenidos, la naturaleza de las sales de potasa y de amoníaco empleadas como abonos es poco importante.

2.<sup>a</sup> La distribución de estos abonos se debe hacer lo más regularmente posible por la superficie del suelo, porque la tierra los retiene allí donde han sido depositados.

3.<sup>a</sup> Aunque el amoníaco es fijado por el suelo lo mismo que la potasa, su conservación no es de larga duración, porque las sales amoniacales son por lo general transformadas muy pronto en nitratos, y los nitratos no pueden ser retenidos. Conviene, pues, no repartir las sales amoniacales hasta el momento en que la vegetación las pueda utilizar inmediatamente. Esta restricción no se refiere á la potasa ni al ácido fosfórico.

**Composición de las disoluciones contenidas en las**

**tierras de cultivo.**—Si se analizan las aguas de drenaje, que no son en realidad más que el resultado del lavado de las tierras por las aguas pluviales, así como las disoluciones de que se nutren las raíces de las plantas, se ve que los principios fertilizantes, excepto los nitratos, se hallan en ellas en muy débil proporción.

Las proporciones relativas de las principales sustancias halladas en las aguas subterráneas concuerdan perfectamente con lo que sabemos acerca del poder absorbente de la tierra vegetal. La potasa es rara, porque siendo el suelo despojado de esta sustancia por la vegetación, está muy lejos de saturarse y no cede, por consiguiente, al agua más que muy pequeña cantidad; lo mismo sucede con el amoníaco, el cual, además, desaparece del suelo por la nitrificación. En cambio la sosa y la cal, la primera casi inútil para las plantas y la segunda generalmente abundante en el suelo, se encuentran en bastante menos débil cantidad. El ácido fosfórico existente al estado insoluble, permanece casi indiferente á los lavados del suelo. En cuanto á los nitratos, muy variables según la estación, pues la nitrificación no es en todas las épocas del año igualmente activa, se hallan siempre en proporciones sensibles y á veces muy elevadas en las aguas de drenaje.

De esta última consideración se desprende que el empleo de los nitratos como abonos exige algunas precauciones. Deben añadirse al suelo cuando las plantas hayan adquirido cierto desarrollo y puedan consumirlos rápidamente, es decir, en primavera; y todavía será mejor, si es posible, escalonar la distribución y repartirlos en pequeñas dosis á medida de las necesidades de la vegetación. Según las investigaciones de Berthelot, la utilización más enérgica de los nitratos tiene habitualmente lugar antes de la floración.

El arrastre de los nitratos por las aguas subterráneas es asunto que debe preocupar al agricultor, porque las pérdidas de nitrógeno que las tierras experimentan por esta causa representa á veces cantidades en metálico de consideración. De las investigaciones de Berthelot y Warington relativas á esta cuestión resulta que en las tierras desprovistas de vegetación la cantidad de nitrógeno acarreada por las aguas de drenaje es mucho mayor que la proporcionada á la tierra por la lluvia. La pérdida más

importante de nitratos tiene lugar de Octubre á Febrero, es decir cuando las lluvias son más frecuentes.

Observaciones parecidas verificadas en las tierras cultivadas, abonadas unas y otras sin abonar, han demostrado que la cantidad de agua subterránea es siempre menor que en los campos no cultivados; esto se debe, principalmente, á la considerable transpiración de las cosechas durante el verano.

La dosis de nitrógeno contenida en un litro de agua de drenaje es también mucho menor en las tierras cultivadas que en los campos dejados en barbecho, lo que demuestra la importancia de la asimilación por las plantas. En primavera, esta absorción se verifica con mucha energía, y en un suelo sin abonos, todos los nitratos disponibles son entonces utilizados por la vegetación: las aguas subterráneas arrastran muy débil cantidad. A partir de Septiembre, cuando la recolección ha tenido ya lugar y la tierra queda, por consiguiente, desprovista de vegetación, la proporción de los nitratos arrastrados por las aguas crece mucho, alcanza su máximo hacia el mes de Octubre, y disminuye después con regularidad hasta el mes de Marzo en que llega á ser muy pequeña.

En las tierras abonadas todos los años, las pérdidas de nitratos son mayores que en las cultivadas sin abonos, pero tienen lugar de la misma manera. Las pérdidas más importantes se verifican siempre durante el tiempo en que el suelo está desprovisto de vegetación.

No hay apenas datos acerca de la composición de las aguas subterráneas de las tierras que sostienen cosechas forrajeras y de los terrenos mantenidos en pradera natural ó cubiertos de árboles. Es probable, sin embargo, que la pérdida de nitratos sea mucho menor en estas tierras, porque las raíces profundizan más y la vegetación no se interrumpe durante los meses de otoño. En los bosques esta pérdida debe ser completamente nula.

De lo expuesto se desprende que las pérdidas de nitrógeno que las tierras experimentan á consecuencia del arrastre de los nitratos por las aguas subterráneas son considerables en el otoño cuando el suelo está desnudo de vegetación. Estas pérdidas varían naturalmente con la abundancia de las cosechas precedentes y la repartición de las lluvias; cuando las lluvias son

muy abundantes en el otoño, las pérdidas ocasionadas por las aguas subterráneas son muy grandes, y lo son más si esta abundancia de lluvias otoñales tiene lugar después de una cosecha escasa.

Se explica fácilmente que las aguas subterráneas estén en otoño muy cargadas de nitratos. Si la lluvia ha sido frecuente durante el verano, las dos condiciones favorables á la nitrificación (humedad y temperatura elevada) se han reunido; pero como, en general, la mayor parte del agua caída en el verano se ha evaporado, el arrastre de los nitratos formados en dicha época no se verifica hasta que llegan las abundantes lluvias del otoño. Si, por el contrario, llueve poco durante el verano, la tierra permanece caliente hasta el otoño, y solamente en esta época se producen los nitratos. Estos aparecen tan pronto como la lluvia llega al suelo en estado conveniente para el trabajo de los fermentos, y si la tierra está desprovista de vegetación capaz de evaporar el agua caída y de apoderarse de los nitratos formados, éstos son arrastrados y perdidos.

Las pérdidas de nitrógeno serán, pues, importantes en las localidades en que el trigo constituye el principal cultivo y la tierra está, por consiguiente, desprovista de vegetación en el otoño.

Para evitar estas pérdidas, hay que impedir que las aguas de lluvia se marchen á las capas profundas del terreno. Esto se consigue fácilmente: los vegetales son poderosos aparatos de evaporación, por eso el agua no atraviesa el suelo hasta después de la recolección; mientras la tierra está cubierta de plantas, toda el agua caída vuelve á la atmósfera por la transpiración vegetal. Es necesario, pues, que en el otoño no quede la tierra descubierta, y tan pronto como se termine la siega, se debe reemplazar la cosecha levantada por un cultivo de plantas destinadas á ser enterradas en verde (la alverja ú otra planta de rápido desarrollo, como la mostaza). Porque si la tierra queda desprovista de vegetación desde la siega hasta las labores de otoño, las lluvias, generalmente abundantes en esta estación, se infiltran en el suelo y le privan de los nitratos formados durante el verano y no utilizados.

El cultivo de plantas destinadas á ser enterradas en verde reduce y hasta suprime radicalmente, según Dehérain, las pér-

didadas considerables de nitratos durante el otoño. Sembradas estas plantas después de segada la cosecha de cereales, se apoderan de los nitratos de otoño y transformándolos en materia orgánica impiden que sean arrastrados por las aguas; enterradas las plantas en Noviembre constituyen un excelente abono, pues el peso de un cultivo de alverja enterrada en verde es por término medio de 15.000 kilogramos por hectárea, y su riqueza en nitrógeno es próximamente igual á la del estiércol.

La práctica de cultivar en las tierras de trigo, después de la siega, plantas destinadas á ser enterradas en verde es de resultados muy ventajosos: impide el arrastre de los nitratos por las aguas subterráneas y permite aumentar considerablemente la cantidad de materias fertilizantes de que puede disponer el agricultor.

**El nitrógeno atmosférico y la tierra vegetal.**—Según se ha dicho, la tierra vegetal fija el nitrógeno libre y el amoníaco del aire. No puede, pues, negarse que la atmósfera, sea por su amoníaco (independientemente del arrastrado por las aguas meteóricas,) sea por su nitrógeno libre, contribuye á enriquecer las tierras en nitrógeno. Difícil es precisar á cuánto asciende este enriquecimiento, pero puede asegurarse que representa una fracción sensible del nitrógeno de las cosechas. Esta fijación por el suelo del nitrógeno libre y del amoníaco de la atmósfera contribuye á explicar los buenos efectos del barbecho, así como la producción de la vegetación espontánea que transforma poco á poco los suelos estériles en verdadera tierra vegetal.

Para ciertos autores, el enriquecimiento de las tierras en nitrógeno á expensas de la atmósfera se debe muy principalmente á la fijación por el suelo del amoníaco del aire. Pero, según la opinión dominante, la causa principal de este enriquecimiento es la fijación del nitrógeno libre de la atmósfera por la tierra vegetal gracias á la intervención de ciertos microbios; el amoníaco del aire contribuye en muy débiles proporciones á este enriquecimiento.

**Clasificación de las tierras de cultivo.**—Para dar á conocer la composición y las propiedades de las tierras labrantías se ha ideado numerosas clasificaciones. Según que los autores han tenido en cuenta para establecerlas la composición mineralógica, las propiedades físicas, la composición química, la aptitud para

determinados cultivos, la formación, ó varias de estas circunstancias, así han recibido los nombres de *mineralógicas*, *físicas*, *químicas*, *culturales*, *geológicas* y *mixtas*.

La mayor parte de las clasificaciones de las tierras se fundan en su composición mineralógica, es decir, en su riqueza en arena silícea, arcilla, caliza y humus. Una tierra normal media ó sea dotada de todas las cualidades agrícolas (tierra perfecta, *tierra franca*, limo, *lass* de los alemanes, *loam* de los ingleses) contiene por lo general en 100 partes (suponiendo que la tierra se analice por el método de levigación):

De 50 á 70 partes de arena,

De 20 á 30 íd. de arcilla,

De 5 á 10 íd. de caliza fina,

De 4 á 10 íd. de materia húmica,

La tierra se llamará, por consiguiente, *arenosa* ó *silícea* si contiene más de 70 por 100 de arena; *arcillosa* si la proporción de arcilla excede del 30 por 100; *calcárea* si la dosis de caliza fina pasa del 10 por 100, y *humífera* si el análisis halla más del 10 por 100 de materia húmica.

Entre estas diversas tierras se conciben otras intermedias; existen, en efecto, las tierras arcillo-arenosas, arcillo-calcáreas, arcillo-humíferas, areno-arcillosas, areno-calcáreas, etc., y la simple denominación indica suficientemente el sentido de estas subdivisiones.

El valor agrícola de las tierras estará manifiestamente en relación con las proporciones relativas de estos diversos elementos; pero el conocimiento de la constitución física no basta, como sabemos, para determinar con exactitud este valor agrícola: es necesario tener también en cuenta la composición química y los demás factores de la fertilidad.

Conviene advertir que no parece que debe concederse á las clasificaciones fundadas en la constitución física la importancia que hasta hace poco se les ha dado. La mayor parte de ellas están mal fundadas: la determinación de los elementos constitutivos se ha verificado por procedimientos de los cuales muchos son considerados hoy como de precisión insuficiente. Los modernos análisis demuestran que el *elemento dominante* de la mayor parte de las tierras cultivadas es la arena silícea y que la proporción de arcilla, que en las clasificaciones mineralógicas se

hacia ascender á 50 y 60 por 100, nunca excede del 20 al 25 por 100 del peso de la tierra. Pero aun cuando la determinación de los elementos físicos fuese perfecta, ya se ha dicho que la aptitud de las tierras para el cultivo depende de otras varias circunstancias y que, por lo tanto, el conocimiento de la constitución de un terreno no puede servir únicamente de regla general para deducir su valor agrícola.

Las clasificaciones fundadas en otras propiedades tampoco han dado resultados positivos.

No obstante lo que acabamos de decir, daremos á conocer la clasificación propuesta por Mr. Mazure, que, aunque no carece de inconvenientes, es recomendable por su sencillez y fácil aplicación en la práctica. Está fundada en la composición mineralógica de las tierras y en sus relaciones con sus propiedades agrícolas. Comprende once clases agrupadas en dos grandes divisiones, según se ve en el cuadro siguiente:

Divisiones.	Clases.	Arcilla.	Arena.	Caliza fina.	Humus.
Base de clasificación.	I. TIERRAS PERFECTAS.— Los elementos se equilibran.	20 á 30 0/0	50 á 70 0/0	5 á 10 0/0	5 á 10 0/0
	II. TIERRAS ARCILLOSAS.— La arcilla domina sola sobre todos los elementos.	más de 40	menos de 50	menos de 5	5 á 10
1. <sup>a</sup> División.	III. TIERRAS ARCILLO-ARENOSAS.— La arcilla domina, y después de ella la arena.	más de 30	50 á 70	menos de 5	5 á 10
	IV. TIERRAS ARCILLO-CALCÁREAS.— La arcilla domina, y después de ella la caliza fina.	más de 30	menos de 50	5 á 10	5 á 10
Caracteres: La tierra hace pasta con el agua, y forma, al desecarse, terrones más ó menos duros.	V. TIERRAS ARCILLO-HUMÍFERAS.— La arcilla domina, y después el mantillo.	más de 30	menos de 50	menos de 5	más de 10
	VI. TIERRAS ARENOSAS.— La arena domina sola.	menos de 10	más de 80	menos de 5	5 á 10
2. <sup>a</sup> División.	VII. TIERRAS ARENO-ARCILLOSAS.— La arena domina, y después de ella la arcilla.	10 á 20	más de 70	menos de 5	5 á 10
	VIII. TIERRAS ARENO-CALCÁREAS.— La arena domina, después de ella la caliza fina.	menos de 10	más de 70	5 á 10	5 á 10
Caracteres: La tierra se deslice en el agua sin hacer pasta con ella. Tampoco forma terrones duros.	IX. TIERRAS ARENO-HUMÍFERAS.— La arena domina, después de ella el mantillo.	menos de 10	más de 70	menos de 5	más de 10
	X. TIERRAS CALCÁREAS.— La caliza fina domina sola.	menos de 10	50 á 70 calcárea sobre todo.	más de 10	5 á 10
	XI. TIERRAS HUMÍFERAS.— El mantillo domina solo.	menos de 10	menos de 50	menos de 5	más de 30

*Caracteres de las clases.*

1.<sup>a</sup> Tierras perfectas (tierras francas, limos, *loams* de los ingleses).—La tierra forma pasta entre los dedos, pero se disgrega oprimiéndola fuertemente. Hace muy vivamente efervescencia con el vinagre ó los ácidos fuertes.

2.<sup>a</sup> Tierras arcillosas (gredas, tierras de alfarero).—La pasta que forman con el agua es plástica; se amasa con los dedos, se corta con el cuchillo cuando está dura; es necesario emplear el martillo para romperla. Efervescencia nula ó muy débil con los ácidos.

3.<sup>a</sup> Tierras arcillo-arenosas (gredas secas, gredas arenosas, tierras fuertes, tierras de trigo).—La pasta es también muy plástica; al cortarla con el cuchillo se disgrega. Efervescencia nula ó muy débil con los ácidos.

4.<sup>a</sup> Tierras arcillo-calcáreas (margas gredosas, gredas blancas, tierras de trébol y de alfalfa).—La pasta es plástica; se corta muy bien con el cuchillo; se disgrega muy fácilmente con la mano. Efervescencia muy viva con los ácidos.

5.<sup>a</sup> Tierras arcillo-humíferas (gredas negras, tierras de pantanos).—La pasta es muy plástica; se corta bien con el cuchillo; es necesario el martillo para romperla. Efervescencia muy débil ó nula, con olor pútrido infecto.

6.<sup>a</sup> Tierras arenosas (arenas friables, arenas movedizas, tierras de pinares).—La tierra se disgrega al menor esfuerzo cuando se quiere formar terrones con ella. Efervescencia muy débil con los ácidos.

7.<sup>a</sup> Tierras areno-arcillosas (arenas consistentes, tierras ligeras, tierras de centeno).—La tierra se aglomera muy fácilmente en terrones, pero estos terrones se pulverizan también con facilidad. Efervescencia muy débil con los ácidos.

8.<sup>a</sup> Tierras areno-calcáreas (arenas cretáceas, tierras blancas, tierras de esparceta y de alfalfa).—La tierra no puede aglomerarse en terrones. Efervescencia muy viva con los ácidos.

9.<sup>a</sup> Tierras areno-humíferas (arenas negras, tierras de brezo, tierras de jardín).—La tierra no se puede aglomerar en terrones. Efervescencia muy débil con los ácidos. La tierra exhala un olor fétido y pútrido.

10.<sup>a</sup> Tierras calcáreas (tierras margosas, margas explotables).—La tierra se aglomera en terrones blanqueando los dedos.

Los terrones endurecidos se disgregan al aire húmedo. Hace vivamente efervescencia con los ácidos.

11. Tierras humíferas (turbas pantanosas).—La tierra es negra y muy ligera, sin consistencia. Efervescencia débil ó nula con los ácidos, olor fétido y pútrido.

**Fertilidad natural de la tierra.**—Se dice que una tierra es *fértil* cuando naturalmente es apta para producir cosechas abundantes. La fertilidad perfecta sería la de una tierra que podría, sin recibir ningún abono, suministrar una larga serie de abundantes cosechas. Esta fertilidad es ideal. La fecundidad absoluta de la tierra no existe; cuando más, se aproximan á ella algunas tierras privilegiadas. Nos referiremos, por lo tanto, á la fertilidad relativa, es decir, á la que ofrecen las tierras que son susceptibles de un cultivo provechoso.

**Condiciones de la fertilidad.**—La fertilidad del suelo depende de su constitución física, de su composición química, del espesor de la tierra vegetal, de las condiciones climáticas y de la naturaleza de los cultivos.

*Influencia de la constitución física.*—Para que una tierra sea favorable á la vegetación de los diversos cultivos, es necesario que tenga la tenacidad y coherencia suficientes para que las plantas encuentren seguro apoyo, y la soltura necesaria para que las raíces se desarrollen fácilmente; que sea permeable para que el aire necesario á la respiración de las raíces penetre á través de las capas de la tierra, y que se mantenga en buen estado de humedad. Todas estas condiciones estarán satisfechas cuando la tierra ofrezca buena constitución física, es decir, cuando se encuentren en proporción conveniente la arena silíceas, la arcilla, la caliza y el humus, como hemos visto que sucede en las *tierras francas*.

*Influencia de la composición química.*—Pero es necesario también que la alimentación nitrogenada y mineral de las cosechas se halle asegurada por completo, y esto sólo se verificará cuando la tierra contenga en abundancia todas las sustancias nutritivas necesarias (nitrógeno, fósforo, potasa y cal principalmente), y se hallen estas materias diseminadas de un modo regular por todo el espesor del suelo y en un estado conveniente de asimilabilidad, ó por lo menos que las acciones naturales originen progresivamente cantidades de materia asimilable suficientes para la nutrición de las cosechas.

Según las notables y minuciosas investigaciones de Mr. Pagnoul, se puede admitir, con la mayor parte de los agrónomos, además, que la composición química normal de una buena tierra se puede representar por las cifras siguientes:

	Por 100.	Por hectárea. — Kilogramos.
Nitrógeno.....	0,100	4.000
Acido fosfórico.....	0,100	4.000
Potasa.....	0,250	10.000
Cal.....	5,000	200.000

Para pasar de la proporción por 100 á la de una hectárea, se supone que la densidad de la tierra arable es de 1.333 y que la capa vegetal tiene una profundidad de 30 centímetros.

*Influencia del espesor de la tierra vegetal.*—Mr. Dehérain estima que una de las condiciones más características de la fertilidad natural es el espesor de la capa de tierra vegetal que se halla á disposición de las raíces. Esta capa comprende no solamente el suelo activo alcanzado por las labores, sino también el suelo inerte de la misma naturaleza que se halla debajo, y el subsuelo permeable, de composición diferente, que descansa sobre la capa impermeable.

Se ha demostrado, en efecto, que en un terreno permeable y profundo, las raíces de las plantas se introducen mucho más de lo que se cree generalmente; la profundidad alcanzada excede en general de un metro. No es, pues, solamente en el suelo activo donde las raíces toman sus alimentos, es en el suelo y en el subsuelo todo entero á una profundidad de un metro por lo menos. Todo el espesor de las capas permeables superiores contribuye á la nutrición vegetal.

Por el contrario, en una tierra poco espesa, donde á 30 centímetros, por ejemplo, se encuentra la capa impermeable, las raíces, no pudiendo atravesar este obstáculo, se ven obligadas á arrastrarse por el fondo y no toman sus alimentos más que de un pequeño volumen de tierra.

Para apreciar el valor nutritivo de una tierra vegetal, no basta, pues, conocer la riqueza en nitrógeno, fósforo, potasa y cal de la capa arable; es necesario también saber la cantidad

total de estos principios que todo el espesor de la tierra permeable pone á disposición de las plantas. Se comprende desde luego que la potencia de la capa podrá suplir á la pobreza local. Por lo general una tierra pobre, pero espesa, será mejor que una tierra rica poco profunda. En esta última, el sistema radicular se forma mal y permanece mucho más sensible á las intemperies de la superficie, así á la sequía como al frío y á la humedad excesiva.

El espesor de la tierra vegetal es, pues, realmente uno de los factores más importantes de la fertilidad.

El *desfonde* profundo del suelo, como todas las operaciones agrícolas que dan por resultado acrecer el espesor de la capa permeable, aumenta ordinariamente su fertilidad, pero es necesario que sea practicado con discernimiento; á veces, la mezcla á la tierra arable de materias muy diferentes procedentes del subsuelo puede empeorar las cualidades físicas del campo desfondado.

*Otras condiciones de la fertilidad.*—La fertilidad de las tierras depende también de las condiciones climatéricas, especialmente del régimen de las aguas, así como de la naturaleza de los cultivos. El trigo no podrá en general ser cultivado con ventaja más que en una tierra dotada de una tenacidad suficiente, debida ordinariamente á una proporción notable de arcilla. En las tierras más arenosas, la cebada, y sobre todo el centeno, se desarrollan mejor. La abundancia de grava y de guijarros en la tierra vegetal es habitualmente desfavorable á la vegetación de las raíces, y cuando esta abundancia es muy marcada, la mayor parte de los cultivos dan escasos rendimientos; la vid, por el contrario, se adapta muy bien á esta clase de tierras, infértiles en general y con frecuencia fértiles para esta planta.

**Esterilidad de las tierras.**—Pocas tierras reúnen, en su estado natural, todas las condiciones de la fertilidad. Cuando una tan sólo de estas condiciones falta, ó no existe en la tierra más que de una manera imperfecta, la fertilidad disminuye, y hasta puede suceder que desaparezca por completo y que la tierra sea infecunda.

Las tierras pueden ser estériles por causas muy diferentes; las principales se refieren á la constitución física y á la composición química.

**Tierras estériles ó defectuosas para el cultivo por su constitución física.**—Una tierra formada por uno solo de los elementos mecánicos será estéril; y si estando constituida por los cuatro elementos mecánicos, uno de ellos se halla en excesiva proporción, será defectuosa para el cultivo, y sólo podrá cultivarse en ella un número muy limitado de plantas. Tal sucede, como vamos á ver, con las tierras denominadas silíceas, arcillosas y calizas, en las que la arena silícea, la arcilla ó la caliza se encuentran respectivamente en mayor proporción de la conveniente.

*Las tierras silíceas* carecen de cohesión y apenas tienen tenacidad. Son excesivamente permeables. Retienen poco el agua y las materias fertilizantes; necesitan por esto que se rieguen y abonon con frecuencia. Las raíces de las plantas sufren en estas tierras con mucha intensidad los efectos perjudiciales de las temperaturas extremas y de los vientos fuertes.

Las tierras silíceas se modifican favorablemente y hasta desaparecen sus defectos cuando el subsuelo es impermeable, transformándose en terrenos productivos en las comarcas donde las lluvias son muy frecuentes ó se dispone de riegos abundantes.

*Las tierras arcillosas* son excesivamente consistentes y tenaces. Cuando están húmedas se adhieren con fuerza á los instrumentos de cultivo, y se endurecen y resquebrajan por las sequías prolongadas, resultando en ambos casos difíciles de trabajar. Son poco permeables, y se encharcan por lo mismo cuando sobrevienen lluvias abundantes. Absorben bien las materias fertilizantes, pero no las ceden á las plantas hasta que las contienen en abundancia; exigen por eso gran cantidad de abonos. Como son frías estas tierras, son tardías sus cosechas.

Los defectos indicados se atenúan considerablemente y hasta pueden resultar beneficiosas estas tierras cuando el subsuelo es muy permeable ó el clima poco lluvioso, como sucede en muchas comarcas de nuestro país.

*Las tierras calizas* son poco tenaces y muy friables. Se adhieren algo á los instrumentos de cultivo cuando están húmedas y forman costra al desecarse, circunstancias que dificultan las labores y el nacimiento y desarrollo de las plantas. Las heladas levantan la costra que se forma en ellas, descalzando fácilmente

las raíces. Descomponen con mucha rapidez la materia orgánica, exigiendo frecuentes estercoladuras.

Estos terrenos pueden ser susceptibles de un cultivo provechoso cuando el clima no es extremado en lluvias y temperatura y se dispone de abonos orgánicos en abundancia.

Los defectos de las tierras silíceas, arcillosas y calcáreas son, como es consiguiente, más ó menos intensos, según la mayor ó menor proporción del elemento que les da nombre y de las demás sustancias que con él se encuentran asociadas.

**Tierras estériles por su composición química.**—En lo que se refiere á la composición química, las tierras pueden ser estériles: 1.º, por carecer de ciertos principios indispensables á la nutrición de las plantas (nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y cal); 2.º, por exceso de elementos nutritivos, y 3.º, por contener sustancias dañosas para el vegetal.

**Esterilidad por insuficiencia.**—Una tierra no será favorable para el cultivo si no contiene en la debida proporción, en condiciones de ser asimilados, todos los principios necesarios para la nutrición de las plantas. La falta completa ó la insuficiencia de cualquiera de estas sustancias podrá hacer estéril el suelo, ó por lo menos improductivo.

La esterilidad de una tierra por insuficiencia de alguno de los elementos nutritivos es muy frecuente. Puede suceder que la potasa falte, en las tierras silíceas, por ejemplo, y también en ciertos suelos arcillosos. La falta de ácido fosfórico en el suelo es una causa frecuente de esterilidad; también lo es la insuficiencia de la cal.

Los terrenos *pizarrosos*, *graníticos* y *volcánicos* son estériles cuando los materiales que los constituyen no se hallan muy disgregados y descompuestos, y aun en este caso sólo ofrecen buenas condiciones para el cultivo de las plantas exigentes en potasa. La riqueza en potasa y la pobreza en cal y ácido fosfórico es el carácter general de estas tierras.

Las tierras improductivas por insuficiencia de alguno de los elementos nutritivos se convierten con relativa facilidad en fértiles por la adición de abonos y enmiendas apropiadas, cuando la esterilidad no reconoce otra causa.

**Esterilidad por exceso de elementos nutritivos.**—Un exceso de principios nutritivos inmediatamente asimilables

perjudica á la vegetación, hasta el punto de hacer el suelo enteramente estéril. El suelo estéril de California contiene todas las sustancias exigidas por el cultivo; pero el exceso de elementos solubles le condena á la esterilidad.

La presencia de un exceso de nitratos (tierras salitrosas) produce la infecundidad de la tierra.

Las tierras que contienen el yeso en proporción bastante notable son secas, poco coherentes y de escasa fertilidad, sobre todo en las comarcas secas y escasas de abonos.

**Esterilidad debida á sustancias nocivas para los vegetales.**—Los casos que se presentan con más frecuencia son: 1.º, la presencia en el suelo de materias ácidas de origen orgánico (tierras de brezo, terrenos turbosos); 2.º, sal marina en cierta cantidad; 3.º, sales de protóxido de hierro, y 4.º, sulfuro de hierro.

Las tierras humíferas, muy abundantes en materia orgánica, se llaman de brezo ó turbosas, según que la descomposición de los restos de vegetales que las originan se verifica con ó sin la intervención del aire. Son ácidas por lo general y poco á propósito para el cultivo. El encalado á altas dosis, el margado, el empleo de las sales de potasa y cenizas para neutralizar su acidez son los remedios para modificar convenientemente las propiedades de estos terrenos.

Las tierras que contienen sales de protóxido de hierro (terrenos ferruginosos) se modifican convenientemente empleando los remedios indicados para las tierras ácidas.

La sal marina, cuando la proporción excede del 2 por 100 (terrenos salados), hace estéril el suelo.

**Sulfuro de hierro.**—Ciertos suelos arcillosos contienen á veces cantidades suficientes de piritita para ocasionar su esterilidad hasta la transformación del sulfuro en sulfato por el contacto prolongado del aire.

En los terrenos que contienen sales de protóxido de hierro ó sulfuro de este metal, las labores profundas deben ser objeto de preferente atención y el desfonde debe, en la mayor parte de las veces, ser preferido á la labor profunda.

### III.—Exigencias de los principales cultivos en elementos fertilizantes.

Para emplear acertadamente los abonos hay que tener en cuenta principalmente dos circunstancias: 1.ª, la riqueza del suelo en principios fertilizantes; 2.ª, las exigencias de la planta que se va á cultivar. Estudiada ya la composición de las tierras de cultivo, debemos tratar ahora de la segunda de las dos circunstancias en que se funda el empleo racional de los abonos.

Hemos visto que ciertos elementos nutritivos de las plantas se hallan en el aire ó en el suelo en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades alimenticias del vegetal, y que, por lo tanto, no tiene para qué preocuparse de ellos el agricultor; mientras que otros (el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal) se encuentran en débil cantidad en las tierras de cultivo, y hay que añadirselos al suelo cuando éste no los contiene en la debida proporción. Todas las plantas no tienen para cada uno de ellos las mismas exigencias: ciertas especies vegetales reclaman más ácido fosfórico, otras necesitan grandes cantidades de potasa, etc. Importa conocer las exigencias de las plantas en estos elementos, para proporcionar á cada cultivo los abonos que contengan en mayor proporción el principio fertilizante que es absorbido de preferencia.

**Composición de las cosechas.**—La composición de las cosechas permite calcular las exigencias de los diversos cultivos en principios fertilizantes y sirve, por consiguiente, de guía en la elección de los abonos que conviene aplicar á las diferentes plantas cultivadas. Daremos, pues, á conocer la composición de las principales cosechas, refiriéndonos á los cuatro elementos nutritivos más importantes, cuya ausencia ó presencia en el suelo ejerce una influencia predominante en la producción vegetal: el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal. En las tablas siguientes se consigna también, á título de enseñanza útil, la proporción de agua que contiene cada producto y la dosis de cenizas que deja de residuo cuando se le quema. Las cifras que se indican se pueden considerar como el término medio de los análisis practicados por los más autorizados experimentadores.

perjudica á la vegetación, hasta el punto de hacer el suelo enteramente estéril. El suelo estéril de California contiene todas las sustancias exigidas por el cultivo; pero el exceso de elementos solubles le condena á la esterilidad.

La presencia de un exceso de nitratos (tierras salitrosas) produce la infecundidad de la tierra.

Las tierras que contienen el yeso en proporción bastante notable son secas, poco coherentes y de escasa fertilidad, sobre todo en las comarcas secas y escasas de abonos.

**Esterilidad debida á sustancias nocivas para los vegetales.**—Los casos que se presentan con más frecuencia son: 1.º, la presencia en el suelo de materias ácidas de origen orgánico (tierras de brezo, terrenos turbosos); 2.º, sal marina en cierta cantidad; 3.º, sales de protóxido de hierro, y 4.º, sulfuro de hierro.

Las tierras húmíferas, muy abundantes en materia orgánica, se llaman de brezo ó turbosas, según que la descomposición de los restos de vegetales que las originan se verifica con ó sin la intervención del aire. Son ácidas por lo general y poco á propósito para el cultivo. El encalado á altas dosis, el margado, el empleo de las sales de potasa y cenizas para neutralizar su acidez son los remedios para modificar convenientemente las propiedades de estos terrenos.

Las tierras que contienen sales de protóxido de hierro (terrenos ferruginosos) se modifican convenientemente empleando los remedios indicados para las tierras ácidas.

La sal marina, cuando la proporción excede del 2 por 100 (terrenos salados), hace estéril el suelo.

**Sulfuro de hierro.**—Ciertos suelos arcillosos contienen á veces cantidades suficientes de pirita para ocasionar su esterilidad hasta la transformación del sulfuro en sulfato por el contacto prolongado del aire.

En los terrenos que contienen sales de protóxido de hierro ó sulfuro de este metal, las labores profundas deben ser objeto de preferente atención y el desfonde debe, en la mayor parte de las veces, ser preferido á la labor profunda.

### III.—Exigencias de los principales cultivos en elementos fertilizantes.

Para emplear acertadamente los abonos hay que tener en cuenta principalmente dos circunstancias: 1.ª, la riqueza del suelo en principios fertilizantes; 2.ª, las exigencias de la planta que se va á cultivar. Estudiada ya la composición de las tierras de cultivo, debemos tratar ahora de la segunda de las dos circunstancias en que se funda el empleo racional de los abonos.

Hemos visto que ciertos elementos nutritivos de las plantas se hallan en el aire ó en el suelo en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades alimenticias del vegetal, y que, por lo tanto, no tiene para qué preocuparse de ellos el agricultor; mientras que otros (el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal) se encuentran en débil cantidad en las tierras de cultivo, y hay que añadirselos al suelo cuando éste no los contiene en la debida proporción. Todas las plantas no tienen para cada uno de ellos las mismas exigencias: ciertas especies vegetales reclaman más ácido fosfórico, otras necesitan grandes cantidades de potasa, etc. Importa conocer las exigencias de las plantas en estos elementos, para proporcionar á cada cultivo los abonos que contengan en mayor proporción el principio fertilizante que es absorbido de preferencia.

**Composición de las cosechas.**—La composición de las cosechas permite calcular las exigencias de los diversos cultivos en principios fertilizantes y sirve, por consiguiente, de guía en la elección de los abonos que conviene aplicar á las diferentes plantas cultivadas. Daremos, pues, á conocer la composición de las principales cosechas, refiriéndonos á los cuatro elementos nutritivos más importantes, cuya ausencia ó presencia en el suelo ejerce una influencia predominante en la producción vegetal: el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal. En las tablas siguientes se consigna también, á título de enseñanza útil, la proporción de agua que contiene cada producto y la dosis de cenizas que deja de residuo cuando se le quema. Las cifras que se indican se pueden considerar como el término medio de los análisis practicados por los más autorizados experimentadores.

COMPOSICIÓN MEDIA DE LAS COSECHAS FRESCAS Ó SECADAS AL SOL

SEGÚN WOLFF Y OTROS OBSERVADORES

(Las dosis se refieren á 1.000 kilogramos de cada sustancia.)

Cereales.	Agua.	Cenizas.	Nitrógeno.	Ácido fosfórico.	Potasa.	Cal.
Trigo. Grano.....	143	17,7	20,8	8,2	5,5	0,6
— Paja.....	141	42,6	4,8	2,3	4,9	2,6
Centeno. Grano.....	149	17,3	17,6	8,2	5,4	0,5
— Paja.....	154	40,7	4,0	2,5	8,0	3,6
Cebada. Grano.....	145	21,8	15,2	7,2	4,8	0,5
— Paja.....	140	43,9	4,8	1,9	9,3	3,3
Avena. Grano.....	140	26,4	19,2	5,5	4,2	1,0
— Paja.....	141	44,0	4,0	2,8	9,7	3,6
Maíz. Grano.....	136	12,3	16,0	5,5	3,3	0,3
— Mazorcas desgranadas.	115	5,0	2,3	0,2	2,4	0,2
— Paja.....	140	47,2	4,8	3,8	16,6	5,0
— Espigas machos frescas	852	8,2	2,8	0,7	3,2	1,2
Arroz. Grano.....	»	»	14,0	3,4	3,7	»
— Paja.....	»	»	6,2	2,3	9,6	»
<b>Legumbres.</b>						
Judías. Grano.....	»	»	41,5	9,4	14,0	2,0
— Paja.....	142	49,2	10,4	3,8	10,7	18,6
Guisantes. Grano.....	138	24,2	35,8	8,8	9,8	1,2
— Paja.....	143	49,2	10,4	3,8	10,7	18,6
Habas. Grano.....	»	»	40,6	11,6	12,0	1,5
— Paja.....	»	»	16,3	4,1	20,0	13,5
Lentejas. Grano.....	134	17,8	38,1	5,2	7,7	1,0
— Paja.....	»	»	10,1	4,8	5,2	20,0
<b>Plantas industriales</b>						
Lino. Grano.....	»	»	32,0	13,0	10,4	2,7
— Tallos.....	140	31,9	4,8	4,3	10,0	8,3
Cáñamo. Grano.....	»	»	26,2	17,5	9,7	11,3
— Planta entera.....	300	28,2	»	3,5	5,2	12,2
Tabaco.....	180	197,5	»	7,1	54,1	73,1
<b>Raíces y tubérculos.</b>						
Remolacha azucarera. Raíces.	816	8,0	1,6	1,1	4,0	0,5
— — Hojas..	897	18,0	3,0	1,0	4,0	3,6
Remolacha forrajera. Raíces.	883	8,0	1,8	0,8	4,3	0,4
— — Hojas..	907	14,8	3,0	0,8	4,3	1,7

	Agua.	Cenizas.	Nitrógeno.	Ácido fosfórico.	Potasa.	Cal.
Nabo. Raíces.....	909	7,5	2,0	1,1	2,5	0,8
— Hojas.....	898	14,0	3,0	1,3	3,2	4,5
Zanahoria Raíces.....	860	8,8	2,1	1,1	3,2	0,9
— Hojas.....	808	26,1	5,1	1,0	3,7	8,6
Patata. Tubérculos.....	750	9,4	3,2	1,8	5,6	0,2
— Parte herbácea.....	770	11,8	5,0	1,0	3,0	5,0
<b>Plantas forrajeras.</b>						
Ray-gras en verde.....	700	21,3	5,7	1,7	5,3	1,6
Hierba de pradera en verde..	700	23,3	4,4	1,5	6,0	2,7
— — en heno...	144	66,6	13,1	3,5	16,0	7,7
Maíz en verde.....	852	8,2	2,8	0,7	3,2	1,2
Centeno en verde.....	700	16,3	4,3	2,4	6,3	1,2
Col forrajera.....	»	»	2,1	1,8	3,8	2,0
Trébol rojo en heno.....	160	56,5	20,0	5,6	19,5	19,2
Alfalfa en heno.....	160	60,0	20,0	5,1	15,2	28,8
Esparceta en heno.....	160	45,3	18,0	4,7	17,9	14,6
Alverja en heno.....	160	73,4	22,7	6,2	20,0	19,3
<b>Árboles y arbustos.</b>						
Vid. Vino... kilog. por hect.º	»	»	0,020	0,030	0,100	0,020
— Orujo prensado.....	»	»	10,0	3,0	5,0	5,0
— Hojas.....	600	»	8,0	1,6	2,8	24,0
— Sarmientos en est.º fresco	»	»	2,0	0,4	3,0	5,2
Olivo. Fruto.....	»	»	2,7	1,3	3,6	»
— Hojas.....	»	»	5,0	2,9	7,4	14,5
— Ramas.....	150	»	4,0	1,0	3,5	5,0
Manzano. Fruto en fresco...	830	»	2,1	0,3	1,4	0,1
— Hojas.....	»	»	5,2	1,5	3,8	6,7
— Madera.....	»	»	2,5	1,5	2,0	9,5
Naranja. Fruto en fresco...	»	32,1	3,8	4,0	3,8	»
— Hoja en fresco....	»	60,0	7,0	1,0	3,8	»
— Leña en fresco....	»	70,0	7,0	5,0	7,3	»
Peras.....	835	»	2,2	0,5	1,8	0,3
Cerezas.....	800	»	»	0,7	2,3	0,3
Ciruelas.....	850	»	3,7	0,6	1,6	0,2
Fresas.....	870	»	1,9	0,5	0,9	0,6
Castañas frescas.....	500	»	6,9	2,6	7,1	1,4

Los números que figuran en estas tablas no tienen un valor absoluto y riguroso; las condiciones de la vegetación influyen grandemente en la composición química de las plantas.

Una de las circunstancias que más influencia ejercen en la composición de las cosechas es la naturaleza del terreno. Por lo

general, un elemento nutritivo que se halla en abundancia en el suelo se encuentra también en mayor cantidad en las plantas que crecen en este suelo. Los terrenos ricos en nitrógeno ó que han recibido abonos nitrogenados, proporcionan cosechas más nitrogenadas y dotadas por lo mismo de mayor poder nutritivo. Los forrajes procedentes de prados ricos en ácido fosfórico contienen en mayor cantidad este elemento, y convienen mucho mejor para la cría del ganado. Lo propio sucede respecto de los demás principios fertilizantes.

Las condiciones climatéricas influyen sensiblemente en la composición de los vegetales. Cuando las lluvias son abundantes, así como cuando se riega con frecuencia, las cosechas contienen mayor proporción de agua; por el contrario, después de una estación seca, la dosis relativa de materias nutritivas es más importante.

La edad y la variedad de la planta ejercen también influencia notable en su composición.

**Exigencias anuales de los diversos cultivos en principios fertilizantes.**—Las cifras consignadas en las tablas precedentes permiten calcular las exigencias anuales de los diversos cultivos en principios fertilizantes. Para determinar la cantidad de cada elemento nutritivo extraído por la cosecha, se averigua el rendimiento en peso de dicha cosecha, se multiplica por el número asignado en las tablas al elemento nutritivo en cuestión y se separa del producto obtenido las tres últimas cifras, ó cuatro si el número de las tablas tiene una cifra decimal. Ejemplo: ¿cuántos kilogramos de nitrógeno extrae del suelo una cosecha de trigo de 15 hectolitros de grano con la paja correspondiente? Suponiendo que cada hectolitro de trigo pese 80 kilogramos, resultan 1.200 kilogramos de grano y 2.775 kilogramos de paja, pues ésta constituye ordinariamente el 70 por 100 del peso total de la cosecha. Multiplicando la primera de estas dos cantidades por 20,8 y la segunda por 4,8, que son los números que indican en las tablas el nitrógeno contenido en 1.000 kilos de grano y de paja de trigo respectivamente, y separando después las cuatro últimas cifras de cada uno de los dos productos, se tendrá:

Nitrógeno del grano.....	24,9
Idem de la paja.....	13,3
	<hr/>
Nitrógeno total extraído....	38,2
	<hr/>

El mismo procedimiento se seguirá para determinar el ácido fosfórico, la potasa y la cal extraídos por esta cosecha.

En el cuadro siguiente se consigna el resultado de los cálculos verificados para determinar las cantidades de materias nutritivas que exigen los principales cultivos por hectárea y por año. Como hay que tener en cuenta el rendimiento de las cosechas, y éste varía en proporciones enormes, se ha adoptado, para fijar las ideas, el rendimiento medio de la hectárea en Francia, según resulta de las estadísticas agrícolas de dicha nación; para otros rendimientos, el cálculo podrá hacerse fácilmente valiéndose de los datos consignados en las tablas precedentes. El producto que constituye el objeto principal del cultivo (granos para los cereales, raíces, vino, etc.), sirve de base al cálculo; pero es también necesario tener en cuenta los productos secundarios (paja, hojas, orujos, etc.). La proporción de estos productos secundarios respecto del producto principal es muy variable según las condiciones culturales y climatológicas; en el cuadro siguiente se ha procurado aproximarse todo lo posible á las cantidades que se obtienen por término medio.

Los números que figuran en la cuarta columna expresan el peso medio del producto secundario obtenido por unidad de medida del producto principal: por ejemplo, para el trigo, la dosis de paja producida al mismo tiempo que un hectolitro de grano está evaluada en 185 kilogramos; para las remolachas forrajeras, á 1 kilogramo de raíces corresponde en general 0,5 kilos gramos de hojas.

Peso de las materias nutritivas extraídas en un año y de una hectárea por las cosechas de los principales cultivos.

CULTIVO	Cantidades obtenidas del producto principal.	Naturalera de los productos.	Peso medio del producto secundario, obtenido por unidad de medida del producto principal.	Nitrógeno.	Ácido fosfórico.	Potasa.	Cal.
				Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
Trigo.....	15 hect...	Grano..... Paja.....	185 kil.	24,9 13,3	9,8 6,3	6,6 13,5	0,7 7,1
		Total.....		38,2	16,1	20,1	7,8
Centeno.....	14 hect...	Grano..... Paja.....	180 kil.	17,8 10,1	8,4 6,3	5,5 20,2	0,5 9,1
		Total.....		27,9	14,7	25,7	9,6
Cebada.....	18 hect...	Grano..... Paja.....	112 kil.	17,7 9,5	8,4 3,8	5,6 18,7	0,6 6,6
		Total.....		27,2	12,2	24,3	7,2
Avena.....	20 hect...	Grano..... Paja.....	84 kil.	18,4 6,7	5,3 4,8	4 16,4	1 6,1
		Total.....		25,1	10,1	20,4	7,1
Arroz.....	4.000 kil.	Grano..... Paja.....	1,25 kil.	56 31	13,6 11,5	14,8 48	, ,
		Total.....		87	25,1	62,8	, ,
Maíz.....	14 hect...	Grano..... Paja..... Mazorcas desgranadas..... Espigas machos frescas (1)	80 kil. 24 kil. 160 kil.	15,7 5,4 0,8 6,7	5,4 4,3 0,1 1,6	3,2 18,6 0,8 7,2	0,3 5,6 0,1 2,7
		Total.....		28,6	11,4	29,8	8,7
Judías.....	16 hect...	Grano..... Paja.....	75 kil.	51,9 12,5	11,7 4,6	17,5 12,8	2,5 22,3
		Total.....		64,4	16,3	30,3	24,8

(1) Suprimidas por el descabado y habitualmente consumidas en fresco por el ganado.

CULTIVO	Cantidades obtenidas del producto principal.	Naturalera de los productos.	Peso medio del producto secundario, obtenido por unidad de medida del producto principal.	Nitrógeno.	Ácido fosfórico.	Potasa.	Cal.
				Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
Guisantes.....	18 hect...	Grano..... Paja.....	195 kil.	53,7 30,4	13,2 13,3	14,7 37,5	1,8 65,1
		Total.....		90,1	26,5	52,2	66,9
Lentejas.....	15 hect...	Grano..... Paja.....	113 kil.	45,7 17,2	6,2 8,2	9,2 8,8	1,2 34
		Total.....		62,9	14,4	18	35,2
Habas.....	20 hect...	Grano..... Paja.....	130 kil.	71,5 42,4	20,4 10,7	21,1 52	2,6 35,1
		Total.....		113,9	31,1	73,1	37,7
Caña mo.....	12.500 kil.	Total..... Hilaza sola.....		, ,	43,7 ,	65 ,	152 ,
Lino.....	520 kil...	Granos... Tallos....	7 kil.	16,7 16,6	15 6,8	34,8 5,4	28,9 1,4
		Total.....		33,3	21,8	40,2	30,3
Tabaco.....	1.500 kil.	Hojas.....		75	6,7	27,2	112,8
Patatas.....	18.000 kil.	Tubérculos... Hojas....	o k. 23.	57,6 21	32,4 4,2	100,8 12,6	3,6 21
		Total.....		78,6	36,6	113,4	24,6
Nabos.....	25.000 kil.	Raíces... Hojas....	o k. 6.	50 45	27,5 19,5	62,5 48	20 67,5
		Total.....		95	47	110,5	87,5
Remolacha forrajera.....	40.000 kil.	Raíces... Hojas....	o k. 5.	72 60	32 16	172 86	16 34
		Total.....		132	48	258	50
Remolacha azucarera.....	30.000 kil.	Raíces... Hojas....	o k. 4.	48 36	33 12	120 48	15 43
		Total.....		84	45	168	58

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA DE AGRICULTURA  
"ALFONSO RIVERA"  
Año 1925 MONTERREY, MEXICO

CULTIVO	Cantidades obtenidas del producto principal.	Naturaleza de los productos.	Peso medio del producto secundario, obtenido por unidad de medida del producto principal.	Nitrógeno.	Ácido fosfórico.	Potasa.	Cal.
				Kilog.	Kilog.	Kilog.	Kilog.
Centeno en verde.....	20.000 kil.	Hierba verde.....		86	48	126	24
Maíz forrajero.....	60.000 .....	Idem.....		170	42	192	72
Heno de prado.....	6.000 .....	Heno seco.....		78,6	21	96	46
Trébol rojo.....	8.000 .....	Idem.....		160	44,8	156	154
Alfalfa.....	10.000 .....	Idem.....		200	51	152	288
Esparceta.....	4.500 .....	Idem.....		81	24,2	80,6	66
Alverja.....	4.000 .....	Idem.....		90,8	24,8	80	77,2
Vid.....	20 hect.	Vino.....		0,4	0,6	2	0,4
		Orujo.....	15 kil.	3	0,9	1,5	1,5
		Hojas.....	300 kil.	48	9,6	16,8	144
		Sarmientos.....	300 kil.	12	2,4	18	31
		Total.....		63,4	13,5	38,3	177
Idem.....	120 hect. M. Marés	Vino.....		2,4	4,9	12	»
		Orujo.....	14 kil.	15,4	2,7	7,8	»
		Sarmientos.....	26 kil.	3,4	2,9	5	»
		Total (sin hojas).....		21,2	10,5	24,8	»
Olivos (150 por hectárea).....	2.700 kil. de aceitunas.....	Aceite.....		»	»	»	»
		Orujo.....		7,4	3,45	9,7	»
		Ramas.....	0 k. 5.	3	0,75	2,7	»
		Hojas.....	0 k. 27.	6,7	3,9	10,1	»
		Total.....		17,1	8,10	22,5	»
Naranjos (250 por hectárea).....	30.000 kil. de fruta.	Total (sin hojas ni mader).....		114	120	114	»

Según se desprende del cuadro anterior, la producción de cereales exporta del suelo cantidades muy notables de principios fertilizantes.

Las legumbres cultivadas por sus granos exigen sobre todo grandes cantidades de nitrógeno; el ácido fosfórico y los demás elementos se hallan en estas plantas en mucha menor cantidad. En lo que se refiere al nitrógeno, una cosecha media de legumbres tiene mayores exigencias que las cosechas más considerables de trigo; para los otros elementos, la exportación es sensiblemente la misma para una cosecha media de legumbres que

para una fuerte producción de trigo. Las necesidades de las legumbres son, pues, mucho más considerables que las de los cereales.

Aunque las legumbres (como todas las leguminosas) tienen grandes exigencias en nitrógeno, no necesitan, por lo general, de abonos nitrogenados, pues estas plantas tienen la facultad de absorber, por la influencia de ciertos microbios, el nitrógeno libre del aire.

El lino no debe ser considerado como planta muy esquilmanante; mayores son las exigencias del cáñamo. El tabaco es muy exigente, sobre todo en nitrógeno y en potasa.

La potasa se halla abundante en las plantas cultivadas por sus raíces (nabo, remolacha) y por sus tubérculos (patata). La producción de raíces y de tubérculos exige, sobre todo, grandes cantidades de potasa. Conviene, sin embargo, advertir que la patata posee una aptitud especial para absorber la potasa que le es necesaria, aunque se encuentre esta sustancia en las combinaciones más insolubles ó en las disoluciones más diluidas. El empleo directo de los abonos potásicos para esta planta es, pues, inútil; pero puede darse en exceso estos abonos á la cosecha precedente, y de esta manera la potasa aprovecha mejor á la patata que aplicada directamente. En cambio, parece que esta planta no posee gran poder de absorción para el nitrógeno y el ácido fosfórico; el empleo de los abonos nitrogenados y fosfatados produce notable aumento de rendimientos en cantidad y calidad.

Las plantas forrajeras gramíneas (heno de pradera, centeno en verde, maíz forrajero) acusan exigencias considerables de potasa. Las leguminosas forrajeras (trébol, alfalfa, esparceta, alverja) extraen del suelo crecidas cantidades de elementos fertilizantes, especialmente de nitrógeno, potasa y cal. No debe preocupar al agricultor el proporcionar á estas plantas el nitrógeno que necesitan, pues, según se ha dicho, las leguminosas tienen la propiedad de absorber del aire este elemento, y no solamente pueden pasarse sin abonos nitrogenados, sino que dejan el suelo enriquecido con el nitrógeno fijado por las raíces, que en enorme cantidad quedan enterradas constituyendo un verdadero abono; por esta circunstancia, se considera á las leguminosas como plantas mejoradoras del terreno. Pero si estas plantas enriquecen el suelo en nitrógeno, en cambio le empobrecen en sales minerales, sobre

todo en potasa y en cal: importa, por consiguiente, proporcionarles abonos potásicos y cultivarlas en tierras que contengan cierta proporción de cal. Aunque el ácido fosfórico es exportado en menor proporción, debe también preocupar al agricultor la restitución de este elemento.

Comparando las gramíneas forrajeras con las leguminosas, se ve que las primeras son mucho menos exigentes: la proporción de nitrógeno que necesitan para la producción de una misma cantidad de materia vegetal es próximamente la mitad de la que existe en las últimas; el ácido fosfórico y la potasa se hallan en menor cantidad, y la proporción de cal es tres veces mayor en las leguminosas.

Los cultivos arbustivos (vid, árboles frutales y de bosque), una vez formados, no exigen para alimentarse más que la cantidad indispensable para su crecimiento. Estas plantas son menos exigentes que las cereales y sus exigencias reales son tanto menores cuanto sus raíces, más largas y más desarrolladas, son más capaces de utilizar las materias fertilizantes contenidas en las profundidades del suelo. Es bien sabido que los bosques, aun sometidos á una explotación regular, se mantienen indefinidamente sin el auxilio de abonos. Respecto de la vid, no faltan ejemplos de cultivos practicados sin abonos durante largos años en tierras poco fértiles; el rendimiento, aunque muy mediano, se mantiene casi constante. Pero también es cierto que cuando los principios fertilizantes faltan, la vid obedece á la ley general, vegeta difícilmente.

Los vinos finos se obtienen de preferencia en las tierras áridas, y la aplicación de abonos abundantes á las vides parece que aumenta la cantidad con perjuicio de la calidad. En cambio, las vides que producen los vinos ordinarios prosperan en los terrenos ricos, donde pueden encontrar los alimentos que necesitan para proporcionar cosechas abundantes.

El olivo no es muy exigente, sobre todo en ácido fosfórico. Sus exigencias se aproximan á las de una vid de poco rendimiento.

Conocidas las necesidades alimenticias de las plantas, estamos ya en condiciones de abordar el estudio especial de los abonos.



## CAPÍTULO II

BIBLIOTECA

### ABONOS INORGÁNICOS Ó MINERALES

**Definición de los abonos.**—Se da el nombre de *abonos* á las sustancias que se añaden al suelo para que directa ó indirectamente proporcionen alimentos á las plantas.

**Necesidad ó importancia de los abonos.**—Las cosechas que sucesivamente se obtienen en un terreno extraen, por lo general, mayor cantidad de materiales nutritivos que la que naturalmente puede adquirir el suelo, en estado á propósito para ser absorbidos. Se comprende, por consiguiente, que aunque una tierra contenga todos los elementos necesarios para la alimentación de la planta en proporción suficiente para satisfacer las exigencias del cultivo, lo que es difícil, la fertilidad de esta tierra irá desapareciendo con las cosechas, y éstas serán cada vez más escasas y con el tiempo imposibles.

Para evitar este resultado será necesario reparar las pérdidas que el suelo experimenta por las sucesivas cosechas, añadiéndole las materias nutritivas de que carezca, y las que contenga en escasa proporción y sean necesarias para la alimentación de las plantas que se cultiven; ó aquellas que, aunque no sirvan directamente de alimento al vegetal, contribuyan á poner á disposición de la planta materiales nutritivos existentes en el suelo. Todas estas sustancias se comprenden con la denominación general de *abonos*, y de lo expuesto se deduce que el cultivo exige el empleo constante de los abonos si se quiere mantener la fertilidad de las tierras labrantías.

De la necesidad de los abonos se deriva su importancia. Esta

todo en potasa y en cal: importa, por consiguiente, proporcionarles abonos potásicos y cultivarlas en tierras que contengan cierta proporción de cal. Aunque el ácido fosfórico es exportado en menor proporción, debe también preocupar al agricultor la restitución de este elemento.

Comparando las gramíneas forrajeras con las leguminosas, se ve que las primeras son mucho menos exigentes: la proporción de nitrógeno que necesitan para la producción de una misma cantidad de materia vegetal es próximamente la mitad de la que existe en las últimas; el ácido fosfórico y la potasa se hallan en menor cantidad, y la proporción de cal es tres veces mayor en las leguminosas.

Los cultivos arbustivos (vid, árboles frutales y de bosque), una vez formados, no exigen para alimentarse más que la cantidad indispensable para su crecimiento. Estas plantas son menos exigentes que las cereales y sus exigencias reales son tanto menores cuanto sus raíces, más largas y más desarrolladas, son más capaces de utilizar las materias fertilizantes contenidas en las profundidades del suelo. Es bien sabido que los bosques, aun sometidos á una explotación regular, se mantienen indefinidamente sin el auxilio de abonos. Respecto de la vid, no faltan ejemplos de cultivos practicados sin abonos durante largos años en tierras poco fértiles; el rendimiento, aunque muy mediano, se mantiene casi constante. Pero también es cierto que cuando los principios fertilizantes faltan, la vid obedece á la ley general, vegeta difícilmente.

Los vinos finos se obtienen de preferencia en las tierras áridas, y la aplicación de abonos abundantes á las vides parece que aumenta la cantidad con perjuicio de la calidad. En cambio, las vides que producen los vinos ordinarios prosperan en los terrenos ricos, donde pueden encontrar los alimentos que necesitan para proporcionar cosechas abundantes.

El olivo no es muy exigente, sobre todo en ácido fosfórico. Sus exigencias se aproximan á las de una vid de poco rendimiento.

Conocidas las necesidades alimenticias de las plantas, estamos ya en condiciones de abordar el estudio especial de los abonos.



## CAPÍTULO II

BIBLIOTECA

### ABONOS INORGÁNICOS Ó MINERALES

**Definición de los abonos.**—Se da el nombre de *abonos* á las sustancias que se añaden al suelo para que directa ó indirectamente proporcionen alimentos á las plantas.

**Necesidad é importancia de los abonos.**—Las cosechas que sucesivamente se obtienen en un terreno extraen, por lo general, mayor cantidad de materiales nutritivos que la que naturalmente puede adquirir el suelo, en estado á propósito para ser absorbidos. Se comprende, por consiguiente, que aunque una tierra contenga todos los elementos necesarios para la alimentación de la planta en proporción suficiente para satisfacer las exigencias del cultivo, lo que es difícil, la fertilidad de esta tierra irá desapareciendo con las cosechas, y éstas serán cada vez más escasas y con el tiempo imposibles.

Para evitar este resultado será necesario reparar las pérdidas que el suelo experimenta por las sucesivas cosechas, añadiéndole las materias nutritivas de que carezca, y las que contenga en escasa proporción y sean necesarias para la alimentación de las plantas que se cultiven; ó aquellas que, aunque no sirvan directamente de alimento al vegetal, contribuyan á poner á disposición de la planta materiales nutritivos existentes en el suelo. Todas estas sustancias se comprenden con la denominación general de *abonos*, y de lo expuesto se deduce que el cultivo exige el empleo constante de los abonos si se quiere mantener la fertilidad de las tierras labrantías.

De la necesidad de los abonos se deriva su importancia. Esta

importancia se funda, además, en el aumento de producción que ocasionan, y que es necesario para satisfacer las necesidades de una población cada vez más numerosa. No basta, pues, conservar constante la fertilidad de las tierras devolviéndoles los materiales extraídos por las cosechas; es necesario aumentarla por medio de los abonos, para que la producción sea cada vez mayor y permita ocurrir á las crecientes necesidades consiguientes al sucesivo aumento de población.

Los abonos son auxiliar poderoso de la producción vegetal; pueden considerarse como materias primeras de la industria agrícola, porque el cultivo, por intermedio del terreno, que es la máquina de esta industria, los transforma en productos vegetales, como el telar convierte la hilaza en tejidos diversos. El agricultor está interesado en procurarse cuantas materias pueda utilizar como abono, fijándose especialmente en aquellas que en poco volumen contengan mayor proporción de elementos fertilizantes, y empleando para cada cultivo las que con el menor coste le proporcionen mayores rendimientos. La agricultura deja todavía perder una porción de sustancias ricas en principios útiles, que recogidas con cuidado y juiciosamente empleadas producirían cosechas abundantes.

**Valor absoluto y valor relativo de los abonos.**—El valor de los abonos puede ser: *absoluto* y *relativo*. El primero es independiente del suelo á que se ha de aplicar y de la planta que se cultive; depende de su riqueza en los cuatro elementos que más escasean en las tierras de cultivo: nitrógeno, potasa, ácido fosfórico y cal. El valor absoluto del abono está representado por su precio, porque éste estará en relación con la proporción en que se encuentren en el abono los cuatro elementos citados.

El valor relativo, ó la bondad de un abono para cada caso particular, depende de la composición del suelo en que se ha de emplear, y de las exigencias de las plantas que se hayan de cultivar, ó lo que es igual, de la proporción en que se encuentre en el abono el ó los elementos que escaseen en el suelo y que la planta reclame. Los abonos no tienen, por consiguiente, para todas las plantas y sobre todo para todos los suelos el mismo valor, y por eso el valor relativo de un abono no está nunca representado por su precio de compra ó de venta, pues este precio puede depender de su riqueza en principios que el suelo contenga en

abundancia y que no haya necesidad de añadirle. Veamos cómo se determina el valor relativo de un abono.

El valor de un objeto cualquiera depende del servicio que presta; el servicio que debe prestar un abono consiste en aumentar la cosecha; cuanto mayor sea este aumento, mayor será el valor del abono.

Para averiguar el aumento de cosecha debido á un abono y, por tanto, para determinar su valor, se establece un campo de experiencias dividiendo una extensión de terreno en dos parcelas que sean exactamente de la misma naturaleza, que reciban las mismas labores y que se siembren del mismo modo; pero que la una reciba un peso  $P$  del abono cuyo valor se quiere determinar, mientras que la otra esté privada de este abono.

Si la parcela abonada produce por hectárea una cosecha de un peso  $R$ , mientras que la otra no produce más que una cosecha de un peso  $R'$ , y el precio de venta uniforme de las dos cosechas es  $V$ , es claro que la diferencia de los productos brutos  $(R - R')$  multiplicada por el precio de venta ( $V$ ) representará el aumento de producto debido al abono. Pero este aumento de producto bruto se ha obtenido por el empleo de un peso  $P$  del abono. Luego dividiendo la diferencia de los productos brutos de las dos parcelas por el peso del abono empleado, tendremos el aumento debido á la unidad de peso del abono; es decir, el valor de la unidad de peso de este abono. La expresión de este valor será:

$$\frac{(R - R') \cdot V}{P} = x$$

Este valor se deduce de la experiencia precedente; es evidente que en otra tierra, con otra planta ó en otra estación este valor sería diferente.

Comparando el valor del abono, calculado como acabamos de ver, con el precio de compra ó de coste, sabremos si el empleo de este abono es ventajoso, indiferente ó perjudicial, según que  $x$ , valor calculado del abono, sea mayor, igual ó menor que  $A$ , siendo  $A$  el precio de compra ó de coste de la unidad de peso del abono.

**Denominación de los abonos.**—Los abonos reciben diversos nombres. Se llama *absoluto* un abono cuando contiene todos los elementos necesarios para la nutrición de la planta, en pro-

porciones tales que adicionado á un terreno completamente estéril, dé lugar al completo desarrollo de los vegetales que en él se cultiven. Se denomina *complementario* el abono que se compone de los elementos que faltan en el suelo ó que éste contiene en cantidad insuficiente para el cultivo. Estos últimos son los que generalmente se usan y los únicos que pueden emplearse en condiciones económicas.

Se da el nombre de abono *completo* al que contiene en las debidas proporciones los cuatro elementos que más escasean en el suelo: nitrógeno, potasa, ácido fosfórico y cal. *Incompleto* es el abono que carece de alguna de estas cuatro sustancias.

No bastando, como veremos, el estiércol, que es el abono más comúnmente empleado, para devolver al suelo los elementos fertilizantes sustraídos por las cosechas, hay que añadirle, si se quiere mantener la fertilidad de las tierras de cultivo, ciertos compuestos minerales que completen la acción reparadora del estiércol, tales como los *fosfatos*, los *nitratos* y *compuestos amoniacales* y las *sales de potasa*. Estas diversas materias minerales que, según los casos, hay que añadir al estiércol para devolver al suelo la fertilidad perdida, reciben el nombre de *abonos complementarios* del estiércol.

Se llaman *abonos normales* las sustancias que sirven *directamente* de alimento á la planta, como la fosforita y el nitrato de potasa, por ejemplo; y *estimulantes* aquellas que, como el yeso, no sirven directamente de alimento al vegetal, sino que contribuyen á poner á su disposición materiales nutritivos existentes en el suelo.

Para diferenciar los abonos que, como la palomina y el estiércol, se obtienen naturalmente, de los que sufren preparaciones industriales ó químicas, como los superfosfatos, se denomina *abonos naturales* los primeros, y *artificiales, industriales, comerciales* y *químicos* los segundos.

**Clasificación de los abonos.**—Atendiendo al origen de las sustancias que los constituyen, se dividen los abonos en *animales, vegetales, minerales* y *mixtos*, según que estén formados por materias procedentes del reino animal, del vegetal, del mineral ó de origen diverso. Los abonos mixtos se subdividen en *naturales* y *artificiales*. De modo que, en definitiva, clasificaremos los abonos en los cinco grupos siguientes:

- 1.º *Abonos minerales*: constituidos por sustancias minerales.
- 2.º *Abonos vegetales*: formados por sustancias de origen vegetal.
- 3.º *Abonos animales*: constituidos por sustancias procedentes del reino animal.
- 4.º *Abonos mixtos naturales*: obtenidos naturalmente y formados por sustancias de origen diverso, unas veces procedentes de animales y de vegetales, otras de animales y minerales, y algunas de materiales procedentes de los tres reinos.
- 5.º *Abonos mixtos artificiales ó industriales*: constituidos por sustancias de origen diverso y elaborados por procedimientos industriales.

**Abonos minerales: definición y división.**—Se da el nombre de *abonos minerales* ó *inorgánicos* á las sustancias minerales que se añaden al suelo para proporcionar á las plantas elementos nutritivos.

La denominación de *minerales* que se aplica á los abonos que vamos á estudiar en este capítulo no debe tomarse al pie de la letra, porque no todas estas materias fertilizantes proceden de las entrañas de la tierra; muchas de ellas son proporcionadas por la industria química, como sucede con el sulfato de amoniaco, que se obtiene de las aguas procedentes de las materias fecales, y sobre todo de las aguas que resultan de la fabricación del gas del alumbrado; otras tienen un origen mixto: son sustancias extraídas de las minas que la industria transforma especialmente para que sean empleadas en la fertilización de las tierras, como sucede, por ejemplo, con la fabricación de los superfosfatos y de los fosfatos precipitados.

Los abonos minerales se dividen en *normales* y *estimulantes*. Al primer grupo pertenecen las materias minerales que pueden servir *directamente* de alimento á la planta: en este caso se encuentran todas las sustancias inorgánicas que contengan algún elemento alimenticio del vegetal en condiciones de ser absorbido y asimilado; tales son la fosforita y el nitrato de sosa, por ejemplo. Constituyen los abonos minerales *estimulantes* las sustancias inorgánicas que, como el yeso, no sirven directamente de alimento á la planta, pero contribuyen á la alimentación del vegetal poniendo á su disposición, en condiciones de ser absorbidos y asimilados, materiales nutritivos existentes en el suelo.

De los abonos minerales *normales*, unos son útiles por su ácido: el nitrato de sosa, por ejemplo, fertiliza el suelo únicamente con el nitrógeno de su ácido nítrico; otros se emplean por su base: tal sucede con el sulfato de potasa, en el cual la potasa es el elemento fertilizante, y otros, por fin, se utilizan por el ácido y la base á la vez, como el nitrato de potasa y el fosfato de cal. Esto último es lo menos frecuente; en la generalidad de los casos estos abonos se aplican para que proporcionen especialmente un solo elemento de fertilidad, y por esto se acostumbra á dividirlos en *nitrogenados*, *fosfatados*, *potásicos* y *calcáreos*, según que el elemento nutritivo que con ellos se trate de proporcionar á la planta sea el *nitrógeno*, el *ácido fosfórico*, la *potasa* ó la *cal*.

Resulta que, en definitiva, los abonos minerales se dividen en los cinco grupos siguientes:

- Abonos *nitrogenados*.
- » *fosfatados*.
- » *potásicos*.
- » *calcáreos*.
- » *estimulantes*.

I.—*Abonos nitrogenados.*

**Generalidades.**—Aunque el aire proporciona á todos los vegetales y especialmente á las plantas del grupo de las leguminosas ciertas cantidades de nitrógeno, la necesidad de alternar las especies cultivadas y las grandes exigencias de muchas de ellas, particularmente de las cereales, en nitrógeno asimilable, obligan al agricultor inteligente á suministrar este elemento á las tierras. Se puede decir que el cultivo intensivo no es posible sin emplear grandes cantidades de nitrógeno.

Ciertos abonos nitrogenados de uso muy frecuente, además de proporcionar nitrógeno á las tierras, desempeñan otra función secundaria. Así como el agua cargada de ácido carbónico y la acción disolvente de los cuerpos húmicos reparten los fosfatos y otras materias minerales por la capa arable, el nitrato de sosa y las sales amoniacales disueltas en el agua concurren á esta difusión. Dietrich ha demostrado que el agua que lleva en disolución

nitrato de sosa roba al suelo el fosfato de cal bicálcico y el fosfato amónico-magnésico.

Por la acción indirecta que pueden ejercer sobre los demás elementos minerales contenidos en el suelo, los abonos nitrogenados, particularmente los que son rápidamente asimilables, como el nitrato de sosa, son muy esquilmanes, porque no aportando a suelo más que el elemento nitrogenado, determinan una vegetación abundante y, por consiguien, un grande y rápido consumo de fosfatos, potasa, etc. Su empleo exclusivo no debe consentirse más que en las tierras abundantemente provistas de los demás elementos nutritivos; las tierras ordinarias serán rápidamente esquilgadas si se emplean solos durante muchos años consecutivos.

En general, para que los abonos nitrogenados produzcan efectos satisfactorios, conviene agregarles abonos potásicos, y sobre todo abonos fosfatados, para impedir el agotamiento del suelo y atemperar la acción demasiado enérgica que ejercen sobre la vegetación.

Los abonos nitrogenados se emplearán con medida, porque son los más caros, y el exceso de nitrógeno corre riesgo de perderse, lo que no sucede con el ácido fosfórico y la potasa. Y no solamente se emplearán en el momento y en la cantidad conveniente, sino que importa no aplicarlos más que á las plantas que los pagan mejor y más seguramente, á la cabeza de las cuales se encuentran los cereales, la patata y la remolacha azucarera; después vienen las demás plantas cultivadas por sus raíces, y en último lugar las leguminosas.

Veamos la acción especial que las abonos nitrogenados pueden ejercer sobre los principales cultivos.

De todas las plantas cultivadas las cereales son, en general, las más sensibles á la acción de los abonos nitrogenados y en las que dan los resultados más remuneradores cuando se aplican juiciosamente. La amarillez de las hojas y la palidez de los tallos es señal de que los cereales necesitan abonos nitrogenados. Cuando, por el contrario, las hojas son verdes, largas y vigorosas, el nitrógeno se encuentra en el suelo en proporción suficiente ó en exceso. El uso inmoderado de los abonos nitrogenados de acción rápida, tales como los nitratos, provoca en los cereales un desenvolvimiento precoz y exagerado de la parte foliácea, que es causa de que las plantas se *echen ó encamen*. El empleo tardío ó

De los abonos minerales *normales*, unos son útiles por su ácido: el nitrato de sosa, por ejemplo, fertiliza el suelo únicamente con el nitrógeno de su ácido nítrico; otros se emplean por su base: tal sucede con el sulfato de potasa, en el cual la potasa es el elemento fertilizante, y otros, por fin, se utilizan por el ácido y la base á la vez, como el nitrato de potasa y el fosfato de cal. Esto último es lo menos frecuente; en la generalidad de los casos estos abonos se aplican para que proporcionen especialmente un solo elemento de fertilidad, y por esto se acostumbra á dividirlos en *nitrogenados*, *fosfatados*, *potásicos* y *calcáreos*, según que el elemento nutritivo que con ellos se trate de proporcionar á la planta sea el *nitrógeno*, el *ácido fosfórico*, la *potasa* ó la *cal*.

Resulta que, en definitiva, los abonos minerales se dividen en los cinco grupos siguientes:

- Abonos *nitrogenados*.
- » *fosfatados*.
- » *potásicos*.
- » *calcáreos*.
- » *estimulantes*.

I.—*Abonos nitrogenados.*

**Generalidades.**—Aunque el aire proporciona á todos los vegetales y especialmente á las plantas del grupo de las leguminosas ciertas cantidades de nitrógeno, la necesidad de alternar las especies cultivadas y las grandes exigencias de muchas de ellas, particularmente de las cereales, en nitrógeno asimilable, obligan al agricultor inteligente á suministrar este elemento á las tierras. Se puede decir que el cultivo intensivo no es posible sin emplear grandes cantidades de nitrógeno.

Ciertos abonos nitrogenados de uso muy frecuente, además de proporcionar nitrógeno á las tierras, desempeñan otra función secundaria. Así como el agua cargada de ácido carbónico y la acción disolvente de los cuerpos húmicos reparten los fosfatos y otras materias minerales por la capa arable, el nitrato de sosa y las sales amoniacales disueltas en el agua concurren á esta difusión. Dietrich ha demostrado que el agua que lleva en disolución

nitrato de sosa roba al suelo el fosfato de cal bicálcico y el fosfato amónico-magnésico.

Por la acción indirecta que pueden ejercer sobre los demás elementos minerales contenidos en el suelo, los abonos nitrogenados, particularmente los que son rápidamente asimilables, como el nitrato de sosa, son muy esquilmanes, porque no aportando a suelo más que el elemento nitrogenado, determinan una vegetación abundante y, por consiguien, un grande y rápido consumo de fosfatos, potasa, etc. Su empleo exclusivo no debe consentirse más que en las tierras abundantemente provistas de los demás elementos nutritivos; las tierras ordinarias serán rápidamente esquilgadas si se emplean solos durante muchos años consecutivos.

En general, para que los abonos nitrogenados produzcan efectos satisfactorios, conviene agregarles abonos potásicos, y sobre todo abonos fosfatados, para impedir el agotamiento del suelo y atemperar la acción demasiado enérgica que ejercen sobre la vegetación.

Los abonos nitrogenados se emplearán con medida, porque son los más caros, y el exceso de nitrógeno corre riesgo de perderse, lo que no sucede con el ácido fosfórico y la potasa. Y no solamente se emplearán en el momento y en la cantidad conveniente, sino que importa no aplicarlos más que á las plantas que los pagan mejor y más seguramente, á la cabeza de las cuales se encuentran los cereales, la patata y la remolacha azucarera; después vienen las demás plantas cultivadas por sus raíces, y en último lugar las leguminosas.

Veamos la acción especial que las abonos nitrogenados pueden ejercer sobre los principales cultivos.

De todas las plantas cultivadas las cereales son, en general, las más sensibles á la acción de los abonos nitrogenados y en las que dan los resultados más remuneradores cuando se aplican juiciosamente. La amarillez de las hojas y la palidez de los tallos es señal de que los cereales necesitan abonos nitrogenados. Cuando, por el contrario, las hojas son verdes, largas y vigorosas, el nitrógeno se encuentra en el suelo en proporción suficiente ó en exceso. El uso inmoderado de los abonos nitrogenados de acción rápida, tales como los nitratos, provoca en los cereales un desenvolvimiento precoz y exagerado de la parte foliácea, que es causa de que las plantas se *echen ó encamen*. El empleo tardío ó

muy abundante de estos abonos, retrasa la madurez; este retraso puede traer por consecuencia el que los granos se *asuren* ó *que-men* y el que las plantas sean más fácilmente atacadas por la *roya*.

El trigo es más exigente en nitrógeno que los demás cereales.

Aunque las leguminosas, y especialmente las leguminosas forrajeras, son precisamente las plantas que más nitrógeno toman del terreno, su cultivo sin abonos nitrogenados enriquece el suelo en dicho elemento. Este resultado, al parecer paradójico, se debe á que las raíces de las leguminosas favorecen en el más alto grado la fijación del nitrógeno atmosférico por la tierra vegetal, y la dosis así fijada excede con mucho á las necesidades de las cosechas. Esto explica el ningún efecto que sobre estas plantas producen los abonos nitrogenados. De esta propiedad que tienen las leguminosas de dejar después de su cultivo el suelo enriquecido en nitrógeno pueden sacar partido los agricultores hábiles, valiéndose de rotaciones inteligentemente combinadas.

Las plantas que se cultivan para aprovechar sus raíces en la alimentación del ganado (nabo, remolacha forrajera, zanahoria, etc.) requieren en abundancia los abonos nitrogenados, aunque son menos exigentes, en peso igual de materia seca, que los cereales. Como sucede en las demás plantas, el exceso de abonos nitrogenados produce exagerado desarrollo foliáceo, que puede perjudicar á la calidad y á la cantidad de los productos utilizables. También, como en las demás plantas, el exceso de abonos nitrogenados prolonga la vegetación, retrasando la madurez.

En la remolacha azucarera la abundancia de abonos nitrogenados, aunque aumenta el rendimiento en peso, perjudica á la riqueza sacarina. Lo más conveniente es aplicar lo más pronto posible antes del invierno una media estercoladura, y, en primavera, en varias veces y en dosis moderada, un suplemento de abonos nitrogenados salinos. Las grandes dosis de nitrógeno rápidamente asimilable aplicadas de una vez ó tardíamente retrasan la madurez, y puede suceder que el invierno llegue antes de que la planta haya madurado y elaborado el máximo de producto útil.

Aunque la patata no es muy exigente en nitrógeno, necesita en peso igual, más que las raíces, y los abonos nitrogenados dan en esta planta resultados, si no muy elevados, por lo menos re-

muneradores. Aplicados en exceso, favorecen exageradamente el desarrollo de la parte herbácea y retrasan la madurez, disminuyen la proporción de fécula y exponen los tubérculos á que sean más fácilmente atacados por las enfermedades. Después de una media estercoladura, la dosis complementaria de nitrógeno que se emplee en primavera no debe exceder de 30 á 40 kilogramos por hectárea.

Las grandes dosis de abonos nitrogenados rápidamente asimilables disminuyen notablemente la cantidad y la calidad de la fibra del lino.

El lúpulo y el tabaco exigen grandes cantidades de abonos nitrogenados. Sin embargo, en lo que se refiere á esta última planta, Mr. Schloesing ha demostrado que, pasando de cierto límite, los abonos nitrogenados no influyen en el rendimiento, y que al peso medio de las hojas permanece constante. El abuso de los abonos nitrogenados en el tabaco no es, pues, remunerador; aumenta además considerablemente la proporción de nicotina, da al tabaco un gusto muy fuerte y disminuye su combustibilidad, las hojas resultan más espesas y son menos apreciadas, y, por último, puede prolongar la vegetación, retrasando la madurez y exponiendo la cosecha á las heladas tempranas.

Los abonos nitrogenados favorecen el desarrollo de las gramíneas en las praderas con perjuicio de las leguminosas.

La vid es de las plantas menos exigentes en nitrógeno. El exceso ó la aplicación inoportuna de los abonos nitrogenados determina un desenvolvimiento exagerado de las hojas y de los sarmientos á expensas de la cantidad y de la calidad del fruto; el despunte y el deshojado pueden corregir en parte este exceso de vigor. Para robustecer las viñas de aspecto lánguido y que desenvuelven mal la madera y las hojas, convienen los abonos nitrogenados de acción rápida; en las viñas suficientemente vigorosas se aplicarán los abonos nitrogenados de descomposición lenta.

Las mismas consideraciones que á la vid se puede aplicar á los árboles frutales en general; es costumbre abonar de tarde en tarde estas plantas con sustancias nitrogenadas lentamente descomponibles.

Los abonos nitrogenados, en general, y sin referirnos ahora exclusivamente á los minerales, pueden contener el nitrógeno al

estado de ácido nítrico, al estado de amoniaco y al estado de nitrógeno orgánico. Los nitratos contienen el nitrógeno nítrico, las sales amoniacales el nitrógeno amoniacal y las sustancias orgánicas nitrogenadas contienen el nitrógeno orgánico.

Los nitratos son absorbibles por las raíces de los vegetales; su grado de absorbibilidad podrá variar con la base, pero siempre el nitrógeno que ellos contienen es absorbido directa y prontamente por la planta.

Las sales amoniacales son también absorbibles por las plantas; el nitrógeno amoniacal que contienen es absorbido directamente y con rapidez por el vegetal, en el caso de que dichas sales se encuentren al alcance de las raicillas; cuando esto no se verifica, el nitrógeno amoniacal es transformado al poco tiempo en nitrógeno nítrico.

El nitrógeno de las sustancias orgánicas nitrogenadas no tiene, como el nitrógeno nítrico y el amoniacal, la propiedad de ser absorbido directamente por la planta. Para que el nitrógeno orgánico sea absorbido necesita ser nitrificado. Por la nitrificación se origina, como sabemos, nitrógeno nítrico, directamente absorbible; parte de nitrógeno amoniacal, que será también absorbido directamente ó, en caso contrario, transformado en nitrógeno nítrico, igualmente absorbible, y parte de nitrógeno gaseoso que se va á la atmósfera.

El suelo posee gran propiedad absorbente para las sales amoniacales; pero no así para los nitratos que, si no son absorbidos en seguida, serán arrastrados por las aguas. Las sustancias orgánicas nitrogenadas, y por tanto el nitrógeno orgánico, son también retenidas por el suelo, gracias al poder absorbente que éste posee respecto de dicho nitrógeno, de igual modo que para el amoniaco.

La necesidad que tiene el nitrógeno orgánico de ser nitrificado para ser absorbido constituye, en ciertos casos, su mejor propiedad, porque las aguas no podrán arrastrar, en caso de no ser absorbido, más que el nitrógeno nítrico que resulte de la nitrificación, quedando retenido por el suelo, gracias al poder absorbente la pequeña parte de nitrógeno amoniacal que se haya formado también por la nitrificación y el nitrógeno orgánico no nitrificado aún, que no pudiendo ser arrastrado por las aguas, queda en el suelo constituyendo un fondo de reserva que las plantas podrán

ir paulatinamente aprovechando á medida que la nitrificación se verifique.

Se comprende, por consiguiente, y éste es el resultado práctico de las consideraciones precedentes, que los nitratos, las sales amoniacales y los abonos orgánicos nitrogenados no deberán ser empleados indistintamente, sino que, por el contrario, su empleo dependerá del estado de la vegetación, de la naturaleza particular de los suelos y hasta del estado del tiempo. Los nitratos, que corren peligro de ser arrastrados por las aguas si no son prontamente absorbidos, se emplearán cuando deban ser absorbidos por la planta; es decir, en primavera, cuando la vegetación esté en plena actividad, en los suelos que no sean muy permeables, y cuando no sean de temer lluvias abundantes. Las sales amoniacales, que no presentan la propiedad de ser fácilmente arrastradas por las aguas, merecen la preferencia siempre que la acción del abono no haya de ser inmediata, sino cuando deba ejercerse con cierta lentitud y regularidad durante toda la vegetación de la planta; esto es, en el otoño, antes de las labores de siembra, como también cuando los suelos sean muy permeables. Los abonos orgánicos nitrogenados, cuyo nitrógeno debe ser previamente nitrificado para ser absorbido, convienen á las tierras arenosas ó calcáreas, las cuales, por su permeabilidad ó por la acción de la cal, facilitan la nitrificación: estos abonos ofrecen el alimento á la planta á medida que se va desarrollando; no siendo, por tanto, necesario emplearlos cuando la vegetación esté en plena actividad, sino al contrario. Sin embargo, como el nitrógeno orgánico, así como el amoniacal, se nitrifica en el suelo, y el nitrógeno nítrico que resulta puede ser arrastrado por las aguas debido á su fácil solubilidad, conviene no emplear los abonos nitrogenados, mientras sea posible, más que á medida de las necesidades de la vegetación.

Expuestas estas consideraciones acerca de los abonos nitrogenados en general, vamos ahora á tratar exclusivamente de los abonos nitrogenados de origen mineral.

Con el nombre de *abonos minerales nitrogenados* se comprenden las materias minerales que se añaden al suelo para proporcionar el nitrógeno á las plantas.

Los abonos minerales nitrogenados pueden proporcionar el nitrógeno á las plantas en dos estados: al estado de ácido nítrico y

al estado de amoniaco. Lo primero se consigue con los nitratos de sosa y de potasa; lo segundo con las sales amoniacaes, especialmente con el sulfato de amoniaco.

**Nitrato de sosa.**—El nitrato de sosa, *nitro cúbico*, *nitro de Chile* ó *del Perú*, es una sal blanca ó blanco-grisácea, muy soluble, cristalizada y de sabor fresco. Se encuentra en abundancia en el Perú, en Chile y en Bolivia, principalmente en los distritos de Atacama (Bolivia) y Tarapaca (Perú); en este último forma un banco de un metro próximamente de espesor en una extensión de 160 kilómetros. La producción anual pasa de 500 000 toneladas. Está formada esta sal de 37,41 de sosa y de 62,50 de ácido nítrico; contiene de 15 á 17 por 100 de nitrógeno. Se obtiene á más bajo precio que el nitrato de potasa y es más rico en nitrógeno; por eso es más frecuentemente empleado como abono que este último.

Según Müntz y Marcano, el nitrógeno de estos nitratos es de origen exclusivamente animal. El nitrógeno de la materia orgánica acumulada ha sido nitrificado, es decir, oxidado por la intervención de los microbios de la nitrificación. Esta oxidación ha originado enormes cantidades de nitrato de cal. El cloruro de sodio del agua del mar, ó tal vez del agua de pantanos salados, ha determinado, obrando sobre el nitrato de cal, una doble descomposición que ha dado origen al nitrato de sosa cristalizado y al cloruro de calcio delicuescente, que ha sido arrastrado por efecto de su gran solubilidad. El nitrato de sosa disuelto y acarreado por las aguas lejos de su punto de origen, se ha concentrado por evaporación en los terrenos donde se encuentra actualmente.

En la América del Sur el nitrato de sosa se halla casi á flor de tierra, en depósitos que los indígenas llaman *caliche*. El nitrato se extrae triturando el caliche y tratando los trozos por el agua hirviendo; los nitratos disueltos cristalizan por enfriamiento.

Por su naturaleza y por las impurezas que le acompañan, el nitrato de sosa es muy higrométrico, es decir, que absorbe la humedad del aire, disolviéndose en ella. Por eso su conservación es difícil. No es, pues, prudente adquirirlo con mucha anticipación, y en caso de tenerlo que conservar se guardará en sitio seco y cerrado, aislado del suelo por una capa de paja. Por su propiedad higroscópica está muy expuesto á aglomerarse en masas más ó

menos gruesas y con frecuencia muy duras; es necesario triturarlo antes de emplearlo, para evitar una distribución defectuosa y hasta perjudicial; con este objeto se construyen pequeños molinos cuyo empleo es muy recomendable.

El nitrato de sosa se disuelve con la mayor facilidad en los líquidos del suelo. Hasta cuando la tierra está relativamente seca, la cantidad de agua que contiene es capaz de disolver cantidades de nitrato de sosa muy superiores á las que se aplican cuando se abona más fuertemente. No obstante su excesiva solubilidad, el nitrato de sosa no se difunde siempre por el terreno tan uniformemente como pudiera creerse. La difusión depende de que llueva ó no después de la aplicación del nitrato. Para comprender la influencia de las aguas pluviales en la difusión del nitrato de sosa, es necesario saber cómo se disuelve en el suelo esta sustancia. El mecanismo de la disolución es como sigue: cada cristal de nitrato de sosa introducido en el suelo absorbe la humedad que le rodea dando lugar á una disolución muy concentrada, que impregna las partículas terrosas más próximas formando una especie de mancha húmeda de contornos bien limitados visible á simple vista; las porciones de tierra que rodean á las manchas se desecan gradualmente, y la tierra queda dividida en porciones muy húmedas y en porciones muy secas. A medida que el tiempo pasa la zona que rodea al nitrato se enriquece en agua, pero no se empobrece en nitrato, es decir, que no se lo cede á las porciones inmediatas. Estos resultados demuestran que la difusión del nitrato no es ni rápida ni completa, y que la circulación de los líquidos en el suelo no se verifica como se había creído hasta ahora, puesto que pueden coexistir en la misma tierra soluciones de composición muy diferente, sin mezclarse la una á la otra. El nitrato de sosa proporcionado al suelo forma, pues, soluciones relativamente concentradas alrededor de cada cristal y deseca la tierra inmediata. De este hecho se desprenden consecuencias prácticas muy importantes, especialmente en lo que se refiere al nacimiento de las plantas.

Si se siembra después de aplicar el nitrato de sosa, las semillas que caigan en la parte humedecida por la disolución del nitrato germinarán en malas condiciones en el seno de este medio cáustico, y las que caigan en las partes secas no germinarán por falta de agua. Empleando el nitrato de sosa en cobertera sobre

las plantas jóvenes formará en ciertos puntos del suelo disoluciones concentradas que podrán quemar las raíces.

De la difusión imperfecta del nitrato de sosa se derivan otros efectos perjudiciales. Quedando la sal retenida en ciertos puntos del terreno, no se hallará en todas partes á disposición de las raíces y su acción será menor que si estuviese uniformemente repartida.

Lo que se acaba de decir permite explicar el poco efecto producido á veces, sobre todo en tiempo seco, después de aplicar el nitrato.

Cuando llueve, las cosas pasan de otra manera. El agua que sucesivamente cae sobre la tierra se encarga de diseminar y difundir los nitratos; por eso se deben aplicar estos abonos en aquellas épocas del año en que son probables lluvias que los repartan uniformemente por el suelo.

Como los nitratos no son retenidos por la tierra, las aguas pluviales los arrastran, haciéndolos descender á una profundidad tanto mayor cuanto más abundante es la lluvia y menor el poder retentivo de la tierra respecto del agua. Cuando caen grandes cantidades de agua, como sucede en el invierno, los nitratos pueden descender á una profundidad inaccesible á las raíces. Pero durante la primavera las lluvias no son tan abundantes para que se llegue a este resultado extremo; es verdad que en esta estación las lluvias arrastran hasta el subsuelo los nitratos que se hallan en las capas superiores del terreno, pero cuando la lluvia cesa, la evaporación producida en la superficie de la tierra ó determinada por la vegetación hace ascender á los líquidos que habían descendido, y con ellos pueden volver los nitratos á las capas superiores. La parte que no asciende á consecuencia de la evaporación no es perdida por completo para el cultivo, pues las raíces descenden á profundidades mayores de lo que generalmente se cree y pueden apoderarse del nitrato arrastrado al subsuelo; para algunas plantas, como la vid, en que las raíces se introducen muy profundamente, el acarreo de los nitratos al subsuelo es más bien útil que perjudicial. De modo que, en realidad, sólo cuando el nitrato es definitivamente llevado fuera del terreno es cuando debe ser considerado como perdido para la vegetación.

El nitrato de sosa, por su excesiva solubilidad, debe ser empleado después de la siembra, cuando las plantas estén bastante

desarrolladas para que puedan aprovecharse de él inmediatamente, pues de lo contrario será, como todos los nitratos, arrastrado por las aguas fuera del terreno ó á las capas inferiores del suelo, antes de ser utilizado. Se aplica ordinariamente en Marzo ó Abril, siempre en primavera, para los cereales.

Como su acción es muy rápida, debido á su gran solubilidad, y para evitar el que sea arrastrado por las aguas, conviene emplearlo en pequeñas dosis aplicadas con cortos intervalos de tiempo. La aplicación de grandes cantidades de nitrato de sosa, como de todos los abonos nitrogenados rápidamente asimilables, es perjudicial para la vegetación; produce en los cereales exagerado desarrollo foliáceo, mucha paja y poco grano, y puede ser causa de que las plantas se *echen ó encamen*; como en los cereales y en todas las demás plantas, determina en la patata un gran desarrollo de las partes herbáceas á expensas de los tubérculos, que resultan pequeños y de mala calidad; bifurca las raíces de las zanahorias haciéndolas coriáceas; disminuye la riqueza sacarina de la remolacha; la colza grana mal, da al lino una fibra gruesa y desenvuelve en la vid las hojas y los sarmientos á expensas del fruto. En general, bastan de 50 á 200 kilogramos por hectárea; pero es preciso que el suelo al cual se añade esté bien provisto de ácido fosfórico y de potasa, pues de otra manera el nitrato de sosa empobrecería el suelo.

En efecto, el nitrato de sosa por su rapidez de acción hace obrar á las demás materias fertilizantes, dando lugar á una cosecha más abundante; además de su efecto principal, disuelve los fosfatos difícilmente solubles del suelo y los hace más fácilmente absorbibles por las plantas. Esta acción, que es muy provechosa, determina un consumo mayor de ácido fosfórico, pues una cosecha más abundante extrae del suelo, no solamente más nitrógeno, sino también más ácido fosfórico que una cosecha menor, y, por consiguiente, un terreno abonado con mucho nitrógeno exige también una fuerte dosis de ácido fosfórico.

Por otra parte, resulta de las experiencias del Dr. P. Wagner, que el nitrato de sosa, asociado á la potasa, permite á las plantas asimilar el ácido fosfórico de las tierras pobres en esta sustancia, ácido fosfórico que de otra manera sería perdido para la vegetación. Pero esta absorción sólo tiene lugar cuando el suelo no ha recibido, por medio de los abonos, ácido fosfórico, es

decir, cuando no se halla en estado de suministrar á la planta el ácido fosfórico necesario en la época de su desarrollo en que más le aprovecha. En una palabra, un terreno rico en ácido fosfórico, abonado con nitrato de sosa, da desde el principio á la planta todo el ácido fosfórico necesario, mientras que un terreno pobre en esta sustancia, abonado con el nitrato de sosa, no cede su ácido fosfórico á la planta hasta el momento en que su desarrollo está ya muy avanzado para poderse servir de él útilmente. De modo que el ácido fosfórico de un terreno *rico* y bien abonado es más provechoso á la planta que el que ésta toma de un terreno *pobre*; y únicamente en las tierras pobres que no han sido abonadas con ácido fosfórico y que no contienen esta sustancia más que en muy pequeñas cantidades, el nitrato de sosa gasta y empobrece el suelo. Hay que tener, pues, en la práctica mucho cuidado de asegurar la presencia del ácido fosfórico en conjunción con el nitrato de sosa y las sales potásicas, para evitar una asimilación tardía de ácido fosfórico, y para comunicar su máximo de actividad al exceso de absorción de ácido fosfórico por efecto del nitrato de sosa. De esta manera no hay peligro de empobrecer el suelo por el empleo del nitrato de sosa.

Este abono actúa sobre toda clase de terrenos. En los silíceos y de consistencia media da buenos resultados; su acción es, en general, más débil en los calcáreos; en los margosos obra más rápidamente, por lo que es en éstos donde debe emplearse en dosis más moderadas.

Se emplea principalmente en el cultivo de los cereales, de los tubérculos y de las raíces; su empleo es poco remunerador sobre las leguminosas; favorece la vegetación, pero muy exclusivamente, de las gramíneas en las praderas y perjudica á la buena combustibilidad del tabaco.

Todos los abonos minerales, incluso los muy solubles, como el nitrato de sosa, deben ser incorporados y mezclados al suelo por medio de labores que los introduzcan á la profundidad adonde suelen llegar las raíces, para que puedan ser absorbidos por éstas y produzcan efecto útil. El enterrar el abono á bastante profundidad tiene además la ventaja de sustraer la semilla al contacto del nitrato de sosa que, como el sulfato de amoníaco, ejerce á veces una acción cáustica perjudicial á las jóvenes plantas.

Empleado en cobertera puede el nitrato de sosa perjudicar in-

directamente á la germinación, sustrayendo por su higroscopicidad el agua de la tierra que rodea á los granos sembrados. Siempre que las circunstancias obliguen al agricultor á emplear el nitrato en cobertera, escogerá para aplicarlo un tiempo precursor de lluvia.

El nitrato de sosa se repartirá con la mayor uniformidad, pues de lo contrario la vegetación será muy desigual, las partes demasiado abonadas adquieren un desarrollo exagerado.

Para facilitar el reparto y hacerlo más uniforme, conviene mezclar íntimamente el nitrato, si no se asocia á otros abonos, con materias finas é inertes, á ser posible de la misma densidad, tales como la arena, la tierra seca y el yeso; la cal no ofrece los inconvenientes que resultan de mezclarla con el sulfato de amoníaco.

En otro lugar señalaremos el perjuicio que resulta de mezclar íntimamente el nitrato á los superfosfatos. Por ahora nos limitaremos á recomendar al agricultor que no mezcle estas dos materias fertilizantes hasta el momento mismo del empleo.

El nitrato se reparte á voleo, cuidando de que el encargado de este trabajo tenga sanas las manos, para evitar dolorosas consecuencias.

El nitrato de sosa tiene la propiedad de conservar, hasta cierto punto, la frescura del suelo, y conviene por esto emplearlo en los años secos sobre las tierras ligeras, calcáreas ó arenosas.

Según Grandeau (*Instruction pratique sur l'emploi du nitrate de soude en agriculture*), del empleo del nitrato de sosa resultan las ventajas siguientes:

1.<sup>a</sup> El nitrato sirve directamente de alimento á la planta. No teniendo que sufrir ninguna modificación en la tierra, obra mucho más rápidamente que los demás abonos nitrogenados de origen orgánico, pues la acción de estos últimos está subordinada á su nitrificación previa.

2.<sup>a</sup> La rapidez con que el nitrato es absorbido por los vegetales pone muy prontamente á éstos en condiciones de resistir, por su vigor y por su desarrollo, á las intemperies, á la acción de los insectos perjudiciales y á los parásitos.

3.<sup>a</sup> En los años de invierno riguroso, el nitrato empleado en cobertera, sobre los trigos y los centenos, permite á las siembras de otoño reparar el retraso producido por las condiciones climáticas desfavorables.

4.<sup>a</sup> Por último, el nitrato acrece económicamente de una manera muy notable el rendimiento de la mayor parte de los cultivos.

Insistiremos sobre este último punto al comparar más adelante la acción del nitrato de sosa con la de los demás abonos minerales nitrogenados.

**Nitrato de potasa.**—El *nitrato de potasa, salitre ó nitro* es una sal blanca, cristalizable, de sabor fresco picante, muy soluble en el agua, fácil de reconocer por la propiedad que posee de fundirse sobre las ascuas, *produciendo una llama violácea*. Se forma en los sitios húmedos, en los muros viejos, establos, etc. Se fabrica químicamente en grande escala, descomponiendo el cloruro potásico por medio del nitrato de sosa. En las regiones cálidas, como el Estado del Ecuador, Arabia, Persia, Egipto, Italia y España, se produce el nitrato de potasa en la capa superficial de los suelos fértiles en forma de eflorescencias blancas, constituyendo verdaderas nitrerías naturales.

En Tacunga, Estado del Ecuador, las eflorescencias se recogen del suelo por medio de rastrillos, la tierra obtenida se lexivia, se concentra la disolución y se obtiene una sal que contiene próximamente 60 por 100 de nitrato de potasa.

En nuestro país se beneficia en diversas localidades de la Mancha, Aragón y Cataluña, llamándose *salitre* al impuro, que es una mezcla de nitrato de potasa unido á otros nitratos, sobre todo al de cal.

El nitrato de potasa es un abono nitrogenado á la vez que potásico. La explotación racional del salitre, tal como se practica en Chile y en el Perú con el nitrato de sosa, podía constituir una fuente de riqueza para nuestra agricultura, á la cual proporcionaría los dos elementos, nitrógeno y potasa, tan indispensables para la nutrición de la planta.

El origen y formación de este nitrato es análogo al del nitrato de sosa. La condición indispensable para su formación es la presencia simultánea en el suelo de restos de rocas feldespáticas y de sustancias orgánicas nitrogenadas. El nitrógeno de la materia orgánica descompuesta se oxida ó nitrifica, y el ácido nítrico producido se combina con la potasa de los restos feldespáticos para formar nitrato de potasa.

Esta sal está formada de 46,57 de potasa y 53,43 de ácido ní-

trico; contiene 14 por 100 de nitrógeno. En virtud de la cantidad relativamente débil de ácido nítrico que contiene y del precio considerable que alcanza, no es generalmente empleado como abono nitrogenado; se prefiere el nitrato de sosa, que se obtiene á más bajo precio y contiene mayor cantidad de nitrógeno.

Sin embargo, sobre las patatas da generalmente buenos resultados, cuando se trata de un suelo pobre en nitrógeno y en potasa. También se emplea en el cultivo del tabaco para proporcionar á esta planta el nitrógeno y la potasa que necesita, pues el nitrato de sosa perjudica á su buena combustibilidad, y, por otra parte, esta planta, que extrae del suelo grandes cantidades de potasa, no resiste el cloruro de potasio, que es el abono potásico más generalmente empleado. Según recientes experiencias, parece que el nitrato de potasa es más ventajoso que el de sosa para la remolacha azucarera. En Inglaterra es muy comúnmente empleado para las leguminosas forrajeras.

Lecoq considera al nitrato de potasa como el más eficaz de todos los abonos salinos. Pretende que á pequeñas dosis obra con intensidad sobre los cereales, el trigo sarraceno y las leguminosas.

Sobre los cereales no es recomendable más que en suelos pobres en potasa.

El nitrato de potasa, como todos los nitratos, debe ser empleado con precaución: una dosis de 50 á 150 kilogramos por hectárea, á lo más, basta.

**Nitrerías artificiales.**—Á consecuencia del elevado precio que adquieren los nitratos de potasa y de sosa, se ha tratado de sustituir estos compuestos produciendo artificialmente en las granjas el nitrato de potasa. Aunque este procedimiento se emplea raramente por las manipulaciones numerosas que exige, le daremos á conocer.

Se mezcla y se amasa estiércol con tierra silícea de grano grueso, cal y cenizas; con esta mezcla se construyen pequeños muros de poco espesor, que se disponen perpendicularmente á los vientos dominantes del país; se riegan de tiempo en tiempo estos muros con lejías débiles, ó con orinas ó jugo de estiércol adicionado con agua. Pronto se forman eflorescencias de nitro en la parte del muro expuesta á la acción del viento; se recogen y se lexivian, y las materias no disueltas se vuelven á echar sobre la

cara opuesta del muro, que conserva así el mismo espesor; de esta manera la nitrificación puede continuarse casi indefinidamente.

Otros recomiendan deshacer, al cabo de un año, los muros, distribuyendo el polvo obtenido por el terreno que se quiere abonar.

Deben cubrirse los muros con techos de paja ó tejas, para que las aguas de lluvia no arrastren el nitrato que se forma.

La teoría de la producción artificial del nitrato de potasa es análoga á la de la formación natural de esta sustancia. La cal favorece la descomposición de la materia orgánica del estiércol; el nitrógeno que se origina se oxida y pasa al estado de ácido nítrico, que se combina con la potasa de las cenizas y de las leñas para formar el nitrato de potasa.

**Abonos amoniacales.**—Según dijimos, los abonos minerales pueden suministrar el nitrógeno bajo las formas de ácido nítrico y de amoniaco; lo primero se consigue con los nitratos, lo segundo con los abonos amoniacales.

Los principales abonos amoniacales son: el clorhidrato de amoniaco, las aguas amoniacales de las fábricas de gas y el sulfato de amoniaco; puede también incluirse el hollín de las chimeneas.

El *cloridrato de amoniaco* ó *sal amoniaco* es poco empleado como abono, á causa de su precio elevado.

Las *aguas amoniacales* de las fábricas del gas del alumbrado contienen de 2 á 4 gramos de amoniaco por litro. Se emplean en los riegos después de haberles añadido agua hasta que no contengan más de un cuarto de gramo de amoniaco por litro. Sin esta precaución se corre el riesgo de quemar las plantas.

El empleo de estas aguas es económico y ventajoso.

*Sulfato de amoniaco.*—Es el abono amoniacal más comúnmente empleado. Se presenta en forma de cristales transparentes, blancos, prismáticos, de sabor vivo, picante y amargo, solubles en dos veces su peso de agua fría. Contiene 24 por 100 de amoniaco cuando es de buena calidad, y su riqueza en nitrógeno no descende de 20 por 100 si está fabricado á conciencia. Pero es caro y suele ser falsificado; conviene analizarlo por los laboratorios químicos antes de emplearlo. Con frecuencia se le añade sulfato de sosa, que es más barato, arena, sal común, etc. Algu-

nas veces contiene cantidades considerables de ácido sulfúrico libre, adherido á los cristales del sulfato de amoniaco. El empleo de semejantes productos, en el momento ó después de la siembra, ofrece grandes peligros á causa de sus propiedades corrosivas.

El buen sulfato de amoniaco debe ser blanco ó grisáceo. Algunas veces el sulfato de amoniaco de origen inglés presenta un color moreno rojizo, debido á la presencia de una materia llamada *rhodanammonium* (sulfocianuro de amonio), que es un verdadero tóxico para los vegetales. La presencia de esta sustancia en el sulfato de amoniaco ha llegado á ocasionar la destrucción de cosechas enteras, aun cuando este abono no haya sido empleado más que en dosis muy débiles. Los agricultores y los fabricantes de abonos, dice Petermann, deben abstenerse completamente de emplear el sulfato de amoniaco que presente semejante color, mientras no hayan adquirido, por el análisis, la seguridad de que esta coloración es debida á otra causa. Según Wolff, este cuerpo no ejerce influencia perjudicial si el abono se reparte algunas semanas antes de la siembra, porque, en este caso, el *rhodanammonium* se reparte por el suelo y se descompone antes de la germinación de las semillas; sin esta precaución, la débil proporción de 0,5 á 1 por 100 de este cuerpo venenoso puede ser extremadamente perjudicial.

El sulfato de amoniaco se obtiene de las aguas procedentes de las materias fecales, y sobre todo de las que resultan de la fabricación del gas del alumbrado. La extracción se verifica tratando por el ácido sulfúrico el amoniaco ó el carbonato de amoniaco que se desprende durante la destilación; generalmente se añade un poco de cal antes de destilar estas aguas, para aumentar la cantidad de amoniaco desprendido, porque se determina la descomposición del sulfhidrato y del clorhidrato de amoniaco que contienen.

También se extrae tratando por el yeso las aguas cargadas de carbonato de amoniaco: se obtiene sulfato de amoniaco, que permanece soluble, y carbonato de cal, insoluble. Concentrado el líquido que contiene el sulfato de amoniaco, se depositan los cristales de esta sal, coloreados por materias orgánicas, de las cuales se le priva.

El sulfato de amoniaco debe su valor agrícola á su riqueza en nitrógeno; no hay, pues, que tener en cuenta, al determinar su

precio, el ácido sulfúrico ni las demás sustancias que entran en su composición. En Inglaterra, el sulfato de amoniaco se vende según su riqueza en amoniaco; en Francia según su riqueza en nitrógeno, lo cual parece más racional. El comprador no debe confundir estas dos expresiones: nitrógeno y amoniaco; si el kilogramo de nitrógeno vale, por ejemplo, una peseta, el kilogramo de amoniaco valdrá 0,823 de peseta, y recíprocamente, si el kilogramo de amoniaco vale una peseta, el kilogramo de nitrógeno valdrá 1,214 pesetas; en otros términos, para expresar el nitrógeno en amoniaco se multiplica la riqueza de nitrógeno por 1,214, y para reducir el amoniaco á nitrógeno se multiplica su riqueza por 0,823 (Müntz et Girard, *Les engrais*, t. II, p. 160).

Siendo el sulfato de amoniaco una sal soluble, puede disolverse en los líquidos que bañan las partículas terrosas y circular por el suelo poniéndose al alcance de las raíces de las plantas, á las cuales sirve de alimento. Por esta misma solubilidad podría creerse que está expuesto á ser arrastrado, como los nitratos, por las aguas pluviales; pero ya hemos visto, al tratar del poder absorbente de la tierra vegetal, que el amoniaco es retenido enérgicamente por el suelo.

El amoniaco puede ser absorbido por las plantas sin que tenga necesidad de ser transformado previamente; pero si permanece en el suelo en esa forma, es por lo general transformado rápidamente en nitratos, los cuales pueden ser arrastrados por las aguas pluviales y sustraídos de este modo á la acción de las raíces. Sin embargo, la nitrificación no se verifica con la misma rapidez en todas las estaciones y en todas las tierras. Durante los fríos del invierno, el fenómeno se verifica con menos intensidad, el nitrógeno permanece más tiempo en estado amoniacal, y las pérdidas ocasionadas por el arrastre de las aguas pluviales son, por consiguiente, menores. Las tierras arcillosas conservan las sales amoniacales durante largo tiempo: se puede por eso aplicar á estas tierras el sulfato de amoniaco antes del invierno; al despertar de la vegetación, en primavera, el nitrógeno amoniacal se encontrará, sea en este estado, sea parcialmente transformado en nitrato que las aguas pluviales no han podido acarrear á causa de la naturaleza poco permeable del terreno. En todas las demás tierras las sales amoniacales se nitrifican muy pronto.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, aconseja-

mos, como regla general, que se aplique el sulfato de amoniaco en el momento en que las plantas lo puedan utilizar inmediatamente. Solamente cuando se quiera fortificar las plantas sembradas en otoño, como, por ejemplo, los cereales, parece útil aplicar el sulfato de amoniaco antes del invierno; y en este caso es prudente no emplearlo más que en débil dosis, reservando para la primavera el complemento del abono.

Se evitará el aplicar el sulfato de amoniaco muy tarde (Abril ó Mayo para los cereales), porque estando ya muy avanzada la vegetación, el abono produciría un efecto rápido, pudiendo ocasionar un desarrollo excesivo del tallo y de los órganos foliáceos, que podría determinar el *encamado*, ó también la producción extraordinaria de la paja con detrimento del grano.

El sulfato de amoniaco es, sobre todo, favorable para la avena, la cebada y el trigo. En tierras fuertes ó de tenacidad media se aplica en otoño, en pequeñas dosis, enterrado por la última labor, reservando el resto, como se ha dicho, para emplearlo en primavera. También se puede aplicar en cobertera, en primavera, á la manera de los nitratos, para socorrer los sembrados comprometidos; en este caso, la distribución se verificará en tiempo húmedo, para que las lluvias lo pongan al alcance de las raíces, y si el estado de la vegetación lo permite, se enterrará mediante un pase de rastra. Sin embargo, para proporcionar en primavera el nitrógeno á los cereales de otoño, se prefiere generalmente el nitrato de sosa al sulfato de amoniaco.

También se emplea el sulfato de amoniaco para la colza, el lino, el maíz forrajero, en las praderas de riego y en dosis muy moderadas para el tabaco. En el cultivo de la remolacha azucarera parece que es inferior al nitrato de sosa.

En muchas partes se emplea simultáneamente en primavera, para los cereales, el nitrato de sosa y el sulfato de amoniaco, dividiendo, por ejemplo, por mitad la dosis de nitrógeno entre estas dos sustancias fertilizantes. De este modo son menos de temer las pérdidas de nitrógeno ocasionadas por el arrastre de las aguas pluviales, lo que ofrece un interés particular para las plantas de crecimiento muy lento, como la zanahoria y otras. Mientras que el nitrato es utilizado y sirve para las primeras necesidades sin imprimir excesiva actividad á la vegetación, el sulfato de amoniaco se nitrifica y se prepara á continuar ventajosa-

mente la acción del primero. La mezcla de estos dos abonos no se debe verificar hasta muy poco tiempo antes del reparto.

En general, no basta emplear el sulfato de amoniaco solo, excepto en las tierras bien provistas de ácido fosfórico y potasa. Se aplica en dosis que varían de 80 á 300 kilogramos.

No se debe nunca aplicar el sulfato de amoniaco en las tierras recientemente encaladas ó de naturaleza muy calcárea, porque la cal desalojará el amoniaco, que es más volátil, ocasionando pérdidas considerables de esta sustancia. Conviene, sin embargo, advertir que con frecuencia se exagera la importancia de las pérdidas de amoniaco que resulten de aplicar el sulfato á las tierras calcáreas; solamente cuando este abono se emplea en cobertera debe ser tenida en cuenta esta pérdida.

Numerosas observaciones han demostrado que no es conveniente mezclar el sulfato de amoniaco con las semillas para repartirlos al mismo tiempo: además de que esta mezcla se hace mal, la concentración del sulfato alrededor de las raicillas de la nueva planta las pueda quemar ó contrariarlas en su desenvolvimiento; también compromete á veces la germinación. Lo mejor es repartir el sulfato al dar las labores que preceden á la siembra; de este modo el abono enterrado se halla suficientemente difundido cuando llega el momento de sembrar y no es de temer que ejerza una acción corrosiva sobre la simiente.

Tampoco debe mezclarse el sulfato de amoniaco con la cal, pues como se ha dicho en otro lugar, la cal ocasionará un desprendimiento y por consiguiente una pérdida de amoniaco. La caliza produce un efecto análogo, aunque menos pronunciado. Las mismas precauciones se guardarán con las escorias de desfosforación, pues contienen, como veremos, fuerte proporción de cal.

El sulfato de amoniaco se presenta en cristales más ó menos pulverulentos, aglomerados á veces en terrones; en este caso hay que deshacerlos con la maza antes de aplicar el abono.

Deshechos los terrones, y para que el reparto sea más uniforme, se acostumbra á mezclar el sulfato de amoniaco con una cantidad de tierra fina y seca, cuyo peso sea próximamente el doble ó el triple del peso del sulfato. Se procurará que la mezcla sea todo lo más homogénea posible. En vez de tierra se puede emplear otra materia inerte y también otros abonos que haya

que aplicar al mismo tiempo y cuya mezcla no dé lugar á reacciones químicas perjudiciales.

Verificada la mezcla y transportada al campo, se reparte á mano, esparciéndolo á voleo, y, como para todos los abonos pulverulentos, se escoge un tiempo encalmado y húmedo.

En las grandes explotaciones se emplea las sembradoras para distribuir los abonos pulverulentos.

*Comparación entre el nitrato de sosa y el sulfato de amoniaco.*—De las numerosas experiencias llevadas á cabo acerca del empleo comparado de estos dos abonos se deducen conclusiones en general contradictorias: en muchos casos, el nitrato de sosa parece superior al sulfato de amoniaco, en otros muchos también ocurre lo contrario. Por eso ciertos agricultores y ciertos autores dan la preferencia al nitrato, mientras que otros se la dan al sulfato de amoniaco. En la práctica se ha resuelto la cuestión atribuyendo al nitrógeno de los nitratos y al de las sales amoniacaes un precio sensiblemente igual. Sin embargo, existe todavía una tendencia á considerar el nitrógeno nítrico como superior, por lo menos en muchos casos. Conviene por eso dar á conocer los resultados de las experiencias verificadas acerca de este asunto para que sirvan de guía al agricultor en la elección de estos dos abonos nitrogenados.

Desde luego, en el cultivo de los cereales el sulfato de amoniaco parece que da productos más densos, más pesados que el nitrato de sosa. Así por lo menos resulta de los ensayos practicados en Inglaterra por Mr. Vœlcker y por Mrs. Lawes y Gilbert.

En cuanto al rendimiento por hectárea, de las experiencias verificadas por los citados agrónomos y por Heiden se deduce que si, en ciertos casos, los resultados obtenidos con el nitrato de sosa son superiores á los que se observan con el sulfato de amoniaco, los casos inversos se produce también.

El nitrato de sosa parece que conviene mejor para el desenvolvimiento de las plantas-raíces que el sulfato de amoniaco, por lo menos en lo que concierne al peso de la cosecha. Esto es sobre todo verdad para la remolacha azucarera; pero si el nitrato da rendimientos superiores en peso, el sulfato de amoniaco es superior en lo que se refiere á la riqueza sacarina. Así lo demuestran las experiencias de Mr. Dehérain, Mr. Joulie y Mrs. La-

wes y Gilbert; y según Müntz y Girard, el hecho de la superioridad en riqueza sacarina de la remolacha abonada con sales amoniacaes parece tan cierto como la producción más elevada bajo la influencia del nitrato de sosa.

La comparación entre el empleo del nitrato de sosa y el del sulfato de amoniaco y entre los resultados generales que se deducen de las observaciones muestra, como lo hacen observar Mrs. Müntz y Girard en su obra *Les engrais*, que el nitrato de sosa ejerce, desde el punto de vista de la vegetación, una acción que es algunas veces superior; pero ofrece el inconveniente de perderse más rápidamente en las aguas subterráneas. Estas consideraciones nos inclinan á conceder al nitrógeno de estos dos productos un valor sensiblemente igual.

Desde hace algunos años, dicen los citados Müntz y Girard, una corriente de opiniones, dirigida por sabios de diferentes países, tiende á atribuir al nitrato de sosa una gran superioridad sobre el sulfato de amoniaco. Un concurso reciente instituido por el comité de productores de nitrato de sosa en la América del Sur ha provocado la publicación de memorias de grande interés relativas al empleo de esta sal en agricultura, pero en las cuales nos parece que se defiende con demasiado calor la causa del nitrato de sosa, en detrimento de la del sulfato de amoniaco. Hasta el presente no parece que se ha hecho sentir la influencia de estas publicaciones en los precios comparados del nitrato de sosa y del sulfato de amoniaco; pero si la práctica adoptase las conclusiones de los sabios redactores de estas memorias, abandonarían las sales amoniacaes y emplearían exclusivamente el nitrato de sosa. A nuestro modo de ver no hay razón para proceder así. La inferioridad de las primeras, si acaso existe, no es tan sensible que obligue á pagar el nitrógeno del nitrato á un precio más elevado que el del sulfato de amoniaco. Sería además un error el sacrificar sin ventaja apreciable el sulfato de amoniaco, de producción indígena, al nitrato de sosa, procedente del extranjero.

**Hollín.**—En las inmediaciones de las grandes ciudades de Inglaterra se usa como abono el hollín de las chimeneas.

Esta sustancia, que puede obtenerse á precios económicos, está compuesta principalmente de carbón excesivamente dividido, arrastrado por el humo en las combustiones incompletas, y es

además muy rico en materias orgánicas y sustancias salinas. El hollín contiene cierta cantidad de amoniaco en forma de acetatos, sulfitos y sulfatos, que provienen, estos últimos, de la combinación del nitrógeno puesto en libertad con el hidrógeno y la unión de este compuesto con el ácido sulfuroso y otros compuestos oxigenados del azufre, pues muchos carbonos minerales contienen productos sulfurosos.

El hollín, que como todos los carbonos absorbe en sus poros una notable cantidad de gases, contiene hasta 2 y 2 y 1/2 por 100 de amoniaco. Este cuerpo parece que es el que le comunica las propiedades fertilizantes, porque queda en libertad cuando se esparce el hollín en polvo, y las aguas de riego ó de lluvia lo disuelven y arrastran hasta las raíces de las plantas. De todos modos, dada la riqueza del hollín se comprende que su efecto sobre la vegetación sea poderoso. Se cree que además tiene la propiedad de alejar los insectos que atacan á los vegetales.

El hollín del carbón de piedra, como es más denso, contiene, en el mismo volumen, mayor cantidad de materia que el carbón de madera, y en peso igual es más nitrogenado que este último.

El hollín es un abono activo para todos los terrenos, especialmente para los de grava caliza. Obra muy enérgicamente en las praderas naturales, sobre los cereales, tréboles y colza. Se usa solo ó mezclado con cenizas, repartiéndolo en tiempo seco y en dosis de 20 á 30 hectolitros por hectárea.

## II.—*Abonos fosfatados.*

**Generalidades.**—En este grupo se incluyen las sustancias minerales que se añaden al suelo para proporcionar á las plantas el *ácido fosfórico*.

El ácido fosfórico es esencial á las plantas, y algunas extraen del suelo cantidades considerables.

El ácido fosfórico, que en general se halla en muy pequeña cantidad en el suelo, es, sin embargo, la sustancia más útil, la única, por decirlo así, indispensable para la vida de los vegetales y de todos los seres vivientes. Las plantas pueden, en rigor, vegetar en terrenos pobres en nitrógeno y en potasa, pero mueren si se les priva del fósforo.

wes y Gilbert; y según Müntz y Girard, el hecho de la superioridad en riqueza sacarina de la remolacha abonada con sales amoniacaes parece tan cierto como la producción más elevada bajo la influencia del nitrato de sosa.

La comparación entre el empleo del nitrato de sosa y el del sulfato de amoniaco y entre los resultados generales que se deducen de las observaciones muestra, como lo hacen observar Mrs. Müntz y Girard en su obra *Les engrais*, que el nitrato de sosa ejerce, desde el punto de vista de la vegetación, una acción que es algunas veces superior; pero ofrece el inconveniente de perderse más rápidamente en las aguas subterráneas. Estas consideraciones nos inclinan á conceder al nitrógeno de estos dos productos un valor sensiblemente igual.

Desde hace algunos años, dicen los citados Müntz y Girard, una corriente de opiniones, dirigida por sabios de diferentes países, tiende á atribuir al nitrato de sosa una gran superioridad sobre el sulfato de amoniaco. Un concurso reciente instituido por el comité de productores de nitrato de sosa en la América del Sur ha provocado la publicación de memorias de grande interés relativas al empleo de esta sal en agricultura, pero en las cuales nos parece que se defiende con demasiado calor la causa del nitrato de sosa, en detrimento de la del sulfato de amoniaco. Hasta el presente no parece que se ha hecho sentir la influencia de estas publicaciones en los precios comparados del nitrato de sosa y del sulfato de amoniaco; pero si la práctica adoptase las conclusiones de los sabios redactores de estas memorias, abandonarían las sales amoniacaes y emplearían exclusivamente el nitrato de sosa. A nuestro modo de ver no hay razón para proceder así. La inferioridad de las primeras, si acaso existe, no es tan sensible que obligue á pagar el nitrógeno del nitrato á un precio más elevado que el del sulfato de amoniaco. Sería además un error el sacrificar sin ventaja apreciable el sulfato de amoniaco, de producción indígena, al nitrato de sosa, procedente del extranjero.

**Hollín.**—En las inmediaciones de las grandes ciudades de Inglaterra se usa como abono el hollín de las chimeneas.

Esta sustancia, que puede obtenerse á precios económicos, está compuesta principalmente de carbón excesivamente dividido, arrastrado por el humo en las combustiones incompletas, y es

además muy rico en materias orgánicas y sustancias salinas. El hollín contiene cierta cantidad de amoniaco en forma de acetatos, sulfitos y sulfatos, que provienen, estos últimos, de la combinación del nitrógeno puesto en libertad con el hidrógeno y la unión de este compuesto con el ácido sulfuroso y otros compuestos oxigenados del azufre, pues muchos carbonos minerales contienen productos sulfurosos.

El hollín, que como todos los carbonos absorbe en sus poros una notable cantidad de gases, contiene hasta 2 y 2 y 1/2 por 100 de amoniaco. Este cuerpo parece que es el que le comunica las propiedades fertilizantes, porque queda en libertad cuando se esparce el hollín en polvo, y las aguas de riego ó de lluvia lo disuelven y arrastran hasta las raíces de las plantas. De todos modos, dada la riqueza del hollín se comprende que su efecto sobre la vegetación sea poderoso. Se cree que además tiene la propiedad de alejar los insectos que atacan á los vegetales.

El hollín del carbón de piedra, como es más denso, contiene, en el mismo volumen, mayor cantidad de materia que el carbón de madera, y en peso igual es más nitrogenado que este último.

El hollín es un abono activo para todos los terrenos, especialmente para los de grava caliza. Obra muy enérgicamente en las praderas naturales, sobre los cereales, tréboles y colza. Se usa solo ó mezclado con cenizas, repartiéndolo en tiempo seco y en dosis de 20 á 30 hectolitros por hectárea.

## II.—*Abonos fosfatados.*

**Generalidades.**—En este grupo se incluyen las sustancias minerales que se añaden al suelo para proporcionar á las plantas el ácido fosfórico.

El ácido fosfórico es esencial á las plantas, y algunas extraen del suelo cantidades considerables.

El ácido fosfórico, que en general se halla en muy pequeña cantidad en el suelo, es, sin embargo, la sustancia más útil, la única, por decirlo así, indispensable para la vida de los vegetales y de todos los seres vivientes. Las plantas pueden, en rigor, vegetar en terrenos pobres en nitrógeno y en potasa, pero mueren si se les priva del fósforo.

El fósforo, como dice Bruno-Gambini, es, en efecto, la fuerza, la granazón, la reproducción. Da al trigo la espiga pesada; á la remolacha y á la vid, el azúcar; á la patata, la fécula. Por eso los abonos fosfatados modifican ventajosamente con frecuencia la calidad de los productos recolectados: el grano de los cereales es más perfecto, la cebada vale mejor para el maltaje; su paja, como los tallos de las plantas forrajeras, contiene mayor cantidad de sustancias proteicas; la riqueza de los tubérculos de la patata en fécula y en materia seca es más elevada; la remolacha es más rica en azúcar; generalmente también la maduración de la planta entera es más precoz. Esta precocidad es interesante para las regiones de clima frío, para las tierras tenaces ordinariamente frías y para las plantas naturalmente tardías, como la remolacha y la patata, aunque perjudicial en las condiciones opuestas.

Las cuestiones relativas al ácido fosfórico tienen en agricultura una importancia excepcional. Esta sustancia es la que más comúnmente se exporta en toda explotación agrícola, con los granos, pajas, raíces, forrajes, etc., y la que interesa, por consiguiente, importar de fuera y al más bajo precio posible, para devolver al suelo lo que las cosechas le han sustraído y conservar su fertilidad. Especialmente en las explotaciones donde el cultivo dominante es el trigo, la restitución al suelo del ácido fosfórico exportado debe ser el principal cuidado del agricultor; en efecto, el ácido fosfórico se acumula y localiza principalmente en las semillas maduras acompañado de la magnesia. Pero los granos se venden, y el ácido fosfórico con ellos exportado es restituído generalmente en muy escasas proporciones por el estiércol, á no ser que se compren grandes cantidades de sustancias concentradas, ricas en ácido fosfórico, para la alimentación del ganado.

Está fuera de duda que ciertas tierras que gozaban antiguamente de una gran fertilidad, la han perdido á consecuencia de la falta de ácido fosfórico. La esterilidad actual de algunos suelos del Africa septentrional, del Asia menor y de la Sicilia, que fueron por largo tiempo los graneros de Roma, se atribuye al empobrecimiento en ácido fosfórico á consecuencia de una larga exportación de trigo de estas regiones, sin la restitución conveniente de este principio indispensable para el buen desarrollo de dicho cereal.

Todo el ácido fosfórico contenido en los huesos y en la carne de los individuos nacidos y desarrollados en el territorio de una nación procede del suelo de la misma y, sea que hayan emigrado, sea que hayan muerto en su país, todo este ácido fosfórico ha sido sustraído á las necesidades de la agricultura. Y este ácido fosfórico sustraído á la agricultura de un país por esa enorme masa de individuos vivos y enterrados suma algunos miles de kilogramos.

Se comprende por esto la necesidad de explotar los vastos y numerosos depósitos de sustancias fosfatadas que la tierra encierra en su seno, para devolver al suelo el ácido fosfórico de que le ha privado el respeto á las sepulturas.

La adición de los fosfatos al suelo no tiene por único objeto proporcionar á las plantas el ácido fosfórico; las materias nitrogenadas no pueden funcionar, no son útiles sin el concurso de los fosfatos; por eso, según hemos dicho, cuando se emplean los abonos nitrogenados es preciso añadir al suelo abonos fosfatados. En efecto, según las experiencias verificadas por Mayer y Boussingault en los cereales, existe una correlación marcada entre las materias albuminóideas y el ácido fosfórico que las semillas contienen. A un aumento en ácido fosfórico corresponde un aumento en materias albuminóideas. Se puede, pues, admitir, que la formación albuminóidea en las semillas está subordinada á la existencia de los fosfatos. Con el empleo de éstos se conseguirá, por tanto, una semilla más rica no solamente en fosfato, sino también en gluten, y es sabido que las harinas son tanto más estimadas cuanto mayor cantidad de gluten contienen. Se ha observado, además, que la semilla que se obtiene es más pesada y da una harina más blanca.

Así como Boussingault ha demostrado la relación constante entre el ácido fosfórico del trigo y el gluten, Dubrunfaut ha descubierto una relación casi constante entre la cantidad de azúcar y la del ácido fosfórico contenido en las raíces de la remolacha, y ha comprobado que la restitución racional del ácido fosfórico influye no solamente en el rendimiento, sino en la calidad de los productos elaborados por el trigo y por la remolacha. Dubrunfaut, de acuerdo con Ladureau que ha señalado análogas relaciones en la semilla del lino, sostiene que la cuestión del ácido fosfórico encierra la solución del problema agrícola.

De las consideraciones que acabamos de exponer se desprende la necesidad en que el agricultor se encuentra de suministrar el fósforo á la planta, y la importancia que ofrece el investigar cuál es la combinación de fósforo que los vegetales asimilan más fácilmente.

La forma en que hay que verificar la restitución del ácido fosfórico ofrece, como hemos dicho, un interés extraordinario en la agricultura racional; el asunto merece ser estudiado con algún detenimiento.

**Formas del ácido fosfórico**—El ácido fosfórico es proporcionado á las plantas al estado de fosfato de cal. Quiere esto decir que en los abonos fosfatados, tanto minerales como orgánicos, el ácido fosfórico se encuentra unido á la cal, formando el fosfato de cal. Según que el ácido fosfórico se halle combinado con uno, con dos ó con tres equivalentes de cal, el fosfato se denominará monocálcico, bicálcico ó tricálcico.

Estas tres formas de fosfatos no ofrecen las mismas propiedades. El fosfato monocálcico ó fosfato ácido se disuelve lentamente, pero en gran cantidad, en el agua. El fosfato bicálcico ó fosfato neutro de cal es casi insoluble en el agua, pero soluble en los ácidos más débiles y en el citrato de amoníaco. El fosfato tricálcico ó fosfato básico es soluble en los ácidos, pero completamente insoluble en el agua.

Los fosfatos que se emplean ordinariamente como abonos se pueden agrupar en las tres secciones siguientes:

Fosfatos de cal naturales (*fosforita, nódulos y arenas fosfatadas*).

Fosfatos industriales (*superfosfatos, fosfatos precipitados y escorias de desfosforación*).

Fosfatos de origen animal (*huesos pulverizados y negro animal*).

De estos últimos trataremos al estudiar los abonos orgánicos.

**Fosfatos de cal naturales**—El fosfato de cal se encuentra acumulado en ciertos puntos de la corteza terrestre, formando verdaderos yacimientos.

Ofrece aspectos muy diferentes, según las regiones y las capas geológicas en que se halla. Unas veces se presenta constituyendo rocas duras de textura cristalina (*apatito* de los mineralogistas), otras en rocas amorfas (*fosforita*), otras en forma de riñones irregulares (*nódulos ó coprolitos*), y otras, por fin, al estado de arenas más ó menos gruesas (*arenas fosfatadas*).

*Apatitos y fosforitas*.—Aunque estas dos palabras no son absolutamente sinónimas, según acabamos de ver, se las confunde con frecuencia en la práctica.

Estos minerales son muy duros, de aspecto y coloración variados y están constituídos por el fosfato de cal tribásico asociado casi siempre á los fosfatos de magnesia, de hierro y de alumina. La riqueza en fosfato de cal es variable en las diversas fosforitas y oscila entre 40 y 91 por 100.

Se encuentran en el Canadá, Rusia, Noruega, Alemania, Francia y España.

Los yacimientos más notables de nuestro país son los de Logrosan (Cáceres) y los de Jumilla (Murcia). La fosforita de Cáceres, según análisis de Petermann, contiene 30,45 por 100 de ácido fosfórico, que corresponde á 66,47 de fosfato de cal tribásico. La de Jumilla, más rica que la anterior, contiene 41,85 por 100 de ácido fosfórico, que corresponde á la extraordinaria proporción de 91,36 de fosfato de cal tribásico; esta fosforita parece ser el fosfato más rico que se conoce, entre los que pueden ser extraídos industrialmente. La explotación minera de la fosforita de Cáceres se extiende en una zona de 6 kilómetros de longitud por 3 y 112 de anchura; se exportan, casi totalmente al extranjero, 200.000 toneladas anuales de este mineral.

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; tienen la forma de riñones irregulares, son blandos y, por consiguiente, muy fáciles de pulverizar para la fabricación de los superfosfatos. En los nódulos, como en las fosforitas, parece que el ácido fosfórico no está todo al estado de fosfato de cal; una parte está combinada al óxido de hierro y á la alúmina.

Tanto los nódulos como las fosforitas, una vez extraídos de los terrenos donde se encuentran, antes de ser empleados en agricultura, se lavan, se secan, se trituran y se reducen á polvo impalpable por medio de molinos á propósito.

Existen, por fin, yacimientos de *arenas blancas* que contienen de 70 á 80 por 100 de fosfato de cal tribásico; convienen para la fabricación de los *superfosfatos ricos*, y están llamadas á reemplazar para la obtención de estos productos á los fosfatos en roca empleados hasta hoy.

Como se ve, en todos los fosfatos naturales (fosforitas, fosfatos fósiles y arenas fosfatadas) el fosfato de cal se encuentra al estado tribásico, es decir, insoluble en el agua.

**Superfosfatos.**—Si se tratan los fosfatos naturales pulverizados (fosforitas, nódulos ó arenas fosfatadas) por el ácido sulfúrico á 53 grados, se obtienen los *superfosfatos*, cuyo efecto sobre la vegetación es mucho más rápido que el de los fosfatos naturales. La fabricación de los superfosfatos se reduce, pues, á atacar un fosfato tricálcico en polvo por el ácido sulfúrico diluído; se puede también fabricar superfosfatos con el negro animal, polvo de huesos, etc.

Los superfosfatos son conocidos desde 1840 en que Liebig aconsejó tratar los fosfatos por el ácido sulfúrico para hacerlos más solubles.

La proporción del ácido sulfúrico empleado, dice Franc en su obra *Les engrais industriels*, varía con la riqueza del fosfato; esta variación es, por término medio, de 40 á 80 kilogramos de ácido por 100 de fosfato. Para un fosfato que contenga 50 de fosfato real, se emplean próximamente 70 kilogramos de ácido sulfúrico á 53 grados. Es necesario además cierta cantidad de agua: en el caso actual, la dosis debe ser de 40 á 45 litros.

*Fabricación de los superfosfatos.*—La fabricación industrial de los superfosfatos consiste esencialmente en lo siguiente: El fosfato, después de haber sido desecado al horno, se reduce á polvo fino; esta pulverización se hace por medio de muelas de granito ó de fundición ó de trituradores, según la dureza del producto. La materia pulverizada es tamizada en tamices de tela metálica. El polvo tamizado pasa á una especie de amasador mecánico (malaxador), en el cual se introduce lentamente las proporciones deseadas de fosfato y de ácido, mientras que el agitador está en movimiento. Cuando la masa es bastante homogénea se vacía el amasador y el fosfato se coloca en montones.

Durante el amasado se desprenden vapores irritantes cuya aspiración deben evitar los obreros.

Al cabo de cierto tiempo, la masa así tratada se endurece, porque el yeso que contiene forma cuerpo. El bloque se rompe con la azada y los trozos obtenidos se pulverizan en el molidor.

La preparación de los superfosfatos en pequeña escala, en las granjas, por ejemplo, es mucho más sencilla. Se sirve para ello

de un depósito de barro cocido ó de madera cubierta de plomo colocado al aire libre, para que el desprendimiento de los vapores irritantes no moleste á los operadores. Se comienza por verter el agua, después se añade á chorro delgado el ácido sulfúrico; se agita con cuidado los dos líquidos para facilitar la mezcla evitando las proyecciones; un hombre echa con rapidez y á puñados el fosfato pulverulento, mientras que otros dos provistos de paletas remueven enérgicamente la masa, hasta que sea homogénea y el ataque del fosfato por el ácido sulfúrico sea completo. Se produce una viva efervescencia debida al desprendimiento de ácido carbónico. Pronto la masa adquiere consistencia, se seca y endurece á consecuencia de la formación de sulfato de cal. El superfosfato está ya obtenido; se le saca del depósito con una pala, para operar sobre una nueva cantidad de fosfato. Después se pulveriza.

Conviene advertir que el precio de los superfosfatos es hoy poco elevado para que el agricultor tenga interés en fabricar él mismo este abono. Sólo cuando se los vendan muy caros debe recurrir al procedimiento acabado de describir.

*Teoría de la fabricación.*—La reacción principal que tiene lugar en la fabricación del superfosfato es la siguiente: de los tres equivalentes de cal que estaban unidos al ácido fosfórico, dos se combinan con el ácido sulfúrico para formar sulfato de cal, es decir, yeso, y queda un solo equivalente de cal combinado al ácido fosfórico, formando un fosfato monocálcico ó fosfato ácido que es soluble en el agua. Esta solubilidad es la que eleva notablemente el valor agrícola y el valor comercial del ácido fosfórico de los superfosfatos.

La teoría de la fabricación no es tan simple como parece desprenderse de la reacción que se acaba de indicar; en la práctica industrial es mucho más complicada, pues se producen otras reacciones secundarias. Son debidas éstas á que los fosfatos naturales están constituidos por una mezcla compleja en la que entran, ordinariamente, además del fosfato de cal, carbonato de cal, fluoruro, óxido de hierro y de alúmina, magnesia y elementos, terrosos arena, arcilla y silicatos diversos. Las materias arenosas y terrosas y la arcilla son productos inertes que no intervienen en la reacción. El carbonato de cal es atacado por el ácido sulfúrico; el ácido carbónico se desprende y se forma sulfato de cal.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
ALFONSO GALLO  
1940. 1925 MONTECERREJÓN, MÉXICO

La magnesia, el óxido de hierro y la alúmina inmovilizan igualmente cierta cantidad de ácido sulfúrico, así como los fluoruros, cuyo ácido fluorhídrico se desprende al estado libre.

Hay, pues, además de la cantidad de ácido sulfúrico que sería teóricamente necesaria para producir el fosfato monocálcico, un consumo de dicho ácido, debido á las materias extrañas, y que constituye una verdadera pérdida que aumenta los gastos de fabricación. Conviene por eso escoger para la fabricación de los superfosfatos los minerales menos cargados de estas materias extrañas.

La composición de los superfosfatos es muy variable en lo que se refiere á la proporción de la cantidad de fosfato soluble y fosfato insoluble. Varía esta composición con la naturaleza de los fosfatos empleados en la fabricación; con el grado de concentración del ácido sulfúrico y con la manera de mezclar el ácido con el fosfato.

Todos los fosfatos no son, en efecto, atacados con la misma facilidad por el ácido sulfúrico; el grado de pulverización, así como la compacidad de la materia, influyen en la rapidez de la acción.

Cuando el ácido no contiene la proporción de agua suficiente no puede verificar íntegra la reacción, puesto que es necesaria cierta cantidad de agua, sea para producir el fosfato de cal monobásico, sea para la hidratación del yeso. Además, los ácidos muy concentrados elevan mucho la temperatura, forman grumos y atacan de un modo desigual.

Si al mezclar el ácido con el fosfato cae el ácido, en ciertos puntos de la masa, en exceso sobre el fosfato, toda la cal se combina al ácido, obteniéndose entonces ácido fosfórico libre que no reacciona más que tardíamente y muy lentamente sobre otras porciones de fosfato no atacado, para producir fosfato monocálcico. Se debe por eso repartir el ácido sulfúrico uniformemente, vertiéndolo poco á poco y con precaución.

*Superfosfatos enriquecidos*—Desde hace algunos años se fabrican en las minas de Cáceres superfosfatos ricos. Se extrae el ácido fosfórico de los fosfatos de ganga silíceas, que no inmovilizan el ácido sulfúrico, y este ácido fosfórico sirve para atacar los fosfatos de ganga calcárea. Se producen así superfosfatos muy concentrados (30 á 35 por 100 de ácido fosfórico soluble) y de gran valor. La preparación de los superfosfatos ricos permite dismi-

nuir los gastos de transporte en proporción de su riqueza en ácido fosfórico.

**Fosfatos precipitados.**—Con el nombre de *fosfatos precipitados* se designan ciertos abonos muy activos, insolubles en el agua, pero solubles en el citrato de amoníaco, que proceden del tratamiento de los huesos ó de los fosfatos naturales, convenientemente pulverizados, por el ácido clorhídrico: la disolución ácida que se obtiene se precipita de una manera fraccionada por una lechada de cal, de modo que quede siempre un exceso de ácido fosfórico; se les lava á la turbina ó en filtro-prensa y, por fin, se les seca á la temperatura más baja posible.

Así, se obtiene una mezcla seca y pulverulenta de fosfato bicálcico y fosfato tricálcico hidratado con débiles cantidades de cloruro cálcico, que se disuelve sin residuo en el citrato de amoníaco alcalino y en frío, salvo la arena y un 1 á 2 por 100 de fosfato tricálcico anhidro. Todo el secreto de esta industria consiste en la precipitación fraccionada de la disolución ácida por una lechada de cal.

El fosfato precipitado contiene de 18 á 40 por 100 de ácido fosfórico soluble en el citrato de amoníaco.

**Retrogradación de los superfosfatos.**—Milot, profesor de la Escuela de agricultura de Grignon, que ha verificado investigaciones muy interesantes acerca de la *retrogradación* de los superfosfatos, observó que 100 kilogramos de polvo de fosfato, que habían producido, después de su tratamiento por el ácido sulfúrico, 160 kilogramos de superfosfato, contenían al final de la operación:

15,70 kilogramos de ácido fosfórico soluble.

4 kilogramos de ácido fosfórico insoluble.

Pero habiéndolo analizado este mismo superfosfato seis semanas después, su peso se había reducido á 150 kilogramos, y contenía:

9 kilogramos de ácido fosfórico soluble.

10,70 kilogramos de ácido fosfórico insoluble.

Es decir, que parte del ácido fosfórico soluble se había transformado 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*. El ácido fosfórico retrogradado es insoluble en el agua, pero muy prontamente soluble en el citrato de amoníaco.

Esta retrogradación es debida á la acción de la cal, del óxido de hierro y de la alúmina que existen en el superfosfato fabricado. Parte del ácido fosfórico soluble en el agua se combina con la cal, con el óxido de hierro y con la alúmina para formar un fosfato bicálcico, un fosfato neutro de hierro y un fosfato neutro de alúmina, insolubles en el agua, pero solubles en el citrato de amoniaco.

La retrogradación consiste, pues, en la transformación de un fosfato monobásico (superfosfato) y por consiguiente soluble en el agua, en fosfato bibásico (retrogradado), soluble en el citrato de amoniaco.

Para mayor claridad veamos lo que sucede al fabricar un superfosfato tomando como primera materia polvo de huesos (fosfato de cal y carbonato de cal).

Al atacar por el ácido sulfúrico este fosfato tribásico de cal, se produce:

- 1.º Acido fosfórico hidratado.
- 2.º Fosfato monocálcico (superfosfato).
- 3.º Fosfato bicálcico retrogradado.
- 4.º Fosfato tricálcico que ha escapado á la acción del ácido sulfúrico.
- 5.º Fosfato tricálcico que puede haberse formado por retrogradación en circunstancias especiales.

Las dos primeras formas se caracterizan por su solubilidad en el agua; el fosfato bicálcico que se forma principalmente en la retrogradación del superfosfato es insoluble en el agua, pero soluble en el citrato de amoniaco; la cuarta forma y la quinta, que es la misma, es insoluble en el agua y en el citrato de amoniaco, pero soluble en los ácidos.

En este caso de fabricación, la retrogradación consiste en la transformación del fosfato monocálcico (superfosfato) en fosfato bicálcico por la acción de la cal del superfosfato fabricado, que se combina con el ácido fosfórico.

Si en vez de tomar como primera materia un fosfato de cal casi puro, como es el polvo de huesos, hubiéramos tomado una fosforita, que, como sabemos, contiene siempre mayor ó menor proporción de óxido de hierro y de alúmina, al atacar este fosfato tribásico de cal por el ácido sulfúrico, se producirían, según Pe-  
termann, las siete formas siguientes de ácido fosfórico:

- 1.º Acido fosfórico hidratado.
- 2.º Fosfato monocálcico (superfosfato).
- 3.º Fosfato bicálcico.
- 4.º Fosfato neutro de hierro.
- 5.º Fosfato neutro de alúmina.
- 6.º Fosfato tricálcico, que ha escapado á la acción del ácido sulfúrico.
- 7.º Fosfato tricálcico, que puede formarse por retrogradación en determinadas circunstancias.

Las dos primeras formas se caracterizan, como hemos dicho, por su solubilidad en el agua; el fosfato bicálcico y los neutros de hierro y de alúmina, que se forman principalmente en la retrogradación del superfosfato, son insolubles en el agua, pero solubles en el citrato de amoniaco; los dos últimos son insolubles en el agua y en el citrato de amoniaco, pero solubles en los ácidos.

En este segundo caso de fabricación, la retrogradación consiste en la transformación del fosfato monocálcico (superfosfato) en fosfato bicálcico, en fosfato neutro de hierro y en fosfato neutro de alúmina, por la acción respectiva de la cal, del óxido de hierro y de alúmina existentes en el superfosfato fabricado, que se combinan con el ácido fosfórico. Y en este caso, como en el anterior, la retrogradación consiste, como hemos dicho, en la transformación del fosfato monobásico (superfosfato), soluble en el agua, en fosfato ó fosfatos bibásicos, solubles en el citrato de amoniaco, ó lo que es igual, en la transformación del ácido fosfórico soluble en ácido fosfórico *insoluble*.

Conviene, pues, conocer en un superfosfato las proporciones relativas: 1.º, de ácido fosfórico y de fosfato ácido soluble en el agua; 2.º, de ácido retrogradado, soluble en el citrato de amoniaco, igualmente asimilable; 3.º, de ácido fosfórico al estado de fosfato tribásico insoluble. No se tienen en cuenta otros elementos; y por lo general, no se paga más que el ácido soluble en el agua y el ácido retrogradado, es decir, el ácido de los fosfatos solubles en el citrato de amoniaco.

El conocimiento de los fenómenos de retrogradación del ácido fosfórico de los superfosfatos, que acabamos de exponer, es indispensable para determinar el valor agrícola de los diferentes abonos fosfatados.

**Valor agrícola de los abonos fosfatados.**—La forma

en que el vegetal absorbe del suelo el ácido fosfórico y, por tanto, el valor agrícola de un abono fosfatado, según que contenga el ácido fosfórico dominante en una u otra de las tres formas citadas, ha sido una de las cuestiones relativas á la nutrición de la planta más debatidas y que ha originado mayor divergencia de opiniones entre los fisiólogos y agrónomos contemporáneos.

Hace pocos años todavía, los superfosfatos solamente eran de empleo corriente en agricultura, mientras que los fosfatos naturales eran rechazados. Pero las experiencias numerosas de Jamieson, Grandeau y Petermann han modificado esta manera de ver, y gracias á estos interesantes trabajos, la cuestión del ácido fosfórico ha realizado grandes progresos, hasta el punto de constituir hoy la parte más nueva de la ciencia de la nutrición de la planta.

Esta cuestión del ácido fosfórico, ó mejor dicho la determinación del valor agrícola de los diferentes abonos fosfatados, comprende: 1.º, la comparación del valor agrícola de los superfosfatos y de los fosfatos precipitados; 2.º, la comparación del valor agrícola de estas dos formas de abonos fosfatados con el de los fosfatos naturales.

**Comparación del valor agrícola de los superfosfatos y de los fosfatos precipitados.**—Once ó doce años hace que los directores de las Estaciones agronómicas formaban dos bandos opuestos, constituido el uno por los directores franceses y belgas y por los alemanes el otro, que interpretaban de muy distinta manera el papel fisiológico de las materias fosfatadas y, por consiguiente, el valor agrícola y venal de las diferentes formas en que se encuentra el ácido fosfórico en los abonos fosfatados.

Los primeros, al frente de los cuales se encontraban Grandeau y Petermann, concedían un valor fisiológico igual al ácido fosfórico al estado de fosfato bibásico soluble en el citrato de amoniaco que al ácido fosfórico de los superfosfatos soluble en el agua; la generalidad de los segundos se negaba á admitir esta identidad fisiológica, y algunos de ellos llegaban á no querer tener en cuenta más que el ácido fosfórico soluble en el agua, creyendo que el soluble en el citrato de amoniaco era no sólo de valor fisiológico inferior, sino de valor agrícola insignificante ó casi nulo.

Las causas principales de esta divergencia de opiniones, y de la estimación y exclusivo empleo de los superfosfatos, eran: 1.º, la creencia de que las raíces de las plantas sólo podían absorber los principios nutritivos existentes en el suelo *que fuesen solubles en el agua*; 2.º, el desconocimiento de los fenómenos de retrogradación del ácido fosfórico de los superfosfatos.

Respecto al primer punto, los progresos verificados últimamente por la ciencia de la nutrición de la planta han modificado la creencia, considerada todavía hoy como verdad absoluta por gran parte del mundo agrícola ilustrado, de que la solubilidad en el agua es condición indispensable para que una sustancia sea absorbida por las raíces y, por consiguiente, asimilada por el vegetal. Se creía, en efecto, hasta hace muy poco, y se sigue creyendo todavía por algunos, que el agua es el vehículo indispensable para arrastrar al interior del vegetal todos los materiales nutritivos existentes en el suelo; que las materias sólidas tienen que ser previamente disueltas por el agua que circula por el terreno para poder atravesar las membranas de las células radicales. Pero las experiencias de Th. Way y de otros han comprobado que las materias salinas más solubles en el agua (sales de amoniaco, de potasa, fosfatos alcalinos, etc.) pierden su solubilidad en breve plazo en contacto con el terreno; y que estas materias, que son alimento muy principal de la planta, se combinan con los elementos del suelo, para formar compuestos tan fijos que no pueden disolverlos nuevas cantidades de agua de lluvia; en una palabra, 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 *diálisis*, 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 sustancias sólidas, solubles en dicho líquido, que se encuentran 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 bañe las partículas terrosas, ha recibido el nombre de *digestión*

*radicular ó digestión vegetal.* El fenómeno, en efecto, es en esencia análogo al de la digestión animal: el jugo ácido de las raíces, como los jugos del estómago, convierten en solubles y asimilables sustancias que no lo eran; que la función se verifique dentro ó fuera del organismo no afecta á la esencia del fenómeno.

Como se ve, el estado actual de los conocimientos relativos á la nutrición vegetal no permite establecer como condición indispensable de la absorbibilidad, y por tanto de la asimilabilidad de las materias del suelo, la de su solubilidad en el agua. Las experiencias de Liebig sobre el poder absorbente de las tierras, el análisis del agua del suelo y de la de los drenes, los recientes ensayos de Schloesing acerca del empobrecimiento del suelo por los lavados metódicos, y también la comparación entre la cantidad de agua transpirada por una planta y la de los elementos nutritivos absorbidos por ella nos obligan, dice Petermann, á desechar la idea, por largo tiempo predominante, de que los elementos nutritivos de la planta circulan al estado de disolución en el suelo; al contrario, se encuentran, en su mayor parte, al estado insoluble, retenidos previa precipitación química ó por absorción física. Las raicillas de las plantas, cuyas celdillas contienen siempre un jugo de reacción ácida, pueden perfectamente disolver y absorber, merced á estos jugos interiores ácidos, las materias minerales más insolubles en el agua, como el fosfato bicálcico y aun los fosfatos tribásicos de cal y los fosfatos de alúmina y de hierro.

Por el contrario, si existen materias que siendo insolubles en el agua pueden ser asimiladas por las plantas, hay otras que, á pesar de su solubilidad en dicho líquido, no podrían pasar á través de la membrana celular. Ciertas materias orgánicas, tales como el cuero, la lana, etc., contienen, cuando han sido tratadas por el ácido sulfúrico ó por el vapor á presión, una parte de su materia nitrogenada en una forma soluble en el agua (tirosina, leucina, etc.), sin que por nitrificación hayan pasado todavía á la forma amoniacal. Habiendo fracasado toda tentativa ensayada para nutrir con dicho nitrógeno la célula vegetal, podemos considerarlo como no asimilable á pesar de su solubilidad en el agua.

No es, pues, condición indispensable para la asimilación de una sustancia 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 de Petermann al conceder al ácido fosfórico soluble en el citrato de amoniaco 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.

Hemos dicho que otra de las causas de la divergencia de opiniones respecto al valor fisiológico y agrícola de las diferentes formas en que se encuentra el ácido fosfórico en los abonos fosfatados, y del exclusivo empleo de los superfosfatos, era el desconocimiento de los fenómenos de retrogradación del ácido fosfórico de los superfosfatos. Se atribuía al ácido fosfórico soluble en el agua mayor facilidad de difusión en el suelo; pero esta ventaja, como vamos á ver, es ficticia y no debe, por consiguiente, concedérsele ningún valor.

En efecto, después de los trabajos recientemente verificados acerca de las propiedades químicas y físicas del suelo arable, de que ya hemos hecho mención, está fuera de duda que el ácido fosfórico soluble en el agua, es en seguida transformado en el suelo, por retrogradación ó precipitación, en ácido fosfórico soluble en el citrato de amoniaco é insoluble en el agua, es decir, en fosfato retrogradado ó precipitado. Esta conversión del superfosfato en fosfato retrogradado ó precipitado insoluble es originada por la combinación del ácido fosfórico soluble del superfosfato con las bases de cal, alúmina y hierro existentes en el suelo.

La retrogradación ó transformación del ácido fosfórico soluble en el agua de los superfosfatos en fosfato bibásico soluble en el citrato de amoniaco, confirma también las opiniones de Grandeau y de Petermann al conceder al ácido fosfórico soluble en el citrato de amoniaco un valor fisiológico igual al soluble en el agua, puesto que, según vemos, este último se transforma en el suelo en el primero.

El conocimiento de la *digestión radicular* de las plantas y de los fenómenos de la *retrogradación* del ácido fosfórico soluble en el agua, confirmando los resultados de las notables investigaciones de Petermann y de las experiencias llevadas á cabo durante ocho años por Grandeau en Francia, Bélgica y Alemania, encamina-

das á demostrar la identidad fisiológica del ácido fosfórico retrogradado ó del precipitado (bicálcico y tricálcico hidratado) con el soluble en el agua, han conseguido poner de acuerdo las opiniones, y permiten, por consiguiente, establecer:

Que el ácido fosfórico en sus combinaciones insolubles en el agua, pero solubles en el citrato de amoniaco (ácido fosfórico precipitado ó retrogradado, fosfato de cal precipitado, fosfato neutro de alúmina y fosfato neutro de hierro) posee, desde el punto de vista agrícola, un valor apenas inferior, si no igual, al del ácido fosfórico soluble en el agua (ácido fosfórico de los superfosfatos), á lo menos en los suelos arenosos y calcáreos ligeros, y sobre todo en los terrenos turbosos.

Así lo entendió el Congreso internacional de directores de Estaciones agronómicas verificado en Versalles en 1881, al fijar el empleo del citrato de amoniaco alcalino y en frío para el análisis de los superfosfatos minerales, de los superfosfatos de negro animal, de los fosfatos precipitados y de los abonos químicos mixtos; reservando el dosado del ácido fosfórico soluble en el agua para el análisis de los productos que no retrogradan, como el guano del Perú disuelto y el superfosfato de guanos no nitrogenados.

En muchos casos, según Petermann, Fleischer, Maercker, Wagner y otros químicos, el ácido fosfórico precipitado (bicálcico) tiene no solamente un valor agrícola igual, sino superior al del ácido fosfórico soluble en el agua.

La acción de los superfosfatos, dice Wolff, es con frecuencia poco remuneradora en las tierras ligeras y poco absorbentes y en las muy ricas en humus, porque el ácido fosfórico soluble de los abonos se reparte con mucha rapidez, se diluye con facilidad en exceso y hasta puede ser arrastrado por las aguas. Tampoco se manifiestan, por una causa opuesta, los buenos efectos de los superfosfatos en los terrenos muy calcáreos: el ácido fosfórico se hace rápidamente insoluble, formando combinaciones tribásicas que hacen su absorción más difícil. En estos casos es ventajoso suministrar el ácido fosfórico necesario en forma de fosfatos precipitados ó de fosfatos naturales en polvo, es decir, en combinaciones menos fácilmente solubles y sin embargo suficientemente activas. Por el contrario, en las tierras fértiles y propias para el cultivo intensivo el ácido soluble en el agua, y por tanto los su-

perfosfatos, merece la preferencia sobre el retrogradado ó precipitado.

En Alemania, dice Damseaux, el ácido fosfórico retrogradado, completamente despreciado antes, es apreciado hoy en dos terceras partes del precio del soluble en el agua; esta depreciación del ácido retrogradado es debida, en parte, á la costumbre, y además, á que en los suelos buenos, sometidos á un cultivo activo, el ácido fosfórico soluble conserva la superioridad sobre el retrogradado, según resulta de las investigaciones de Joulie.

La conclusión que de lo expuesto hasta ahora puede deducirse respecto al valor agrícola de los diversos abonos fosfatados es, de acuerdo con las experiencias de Wagner y de Ladureau, que se puede admitir para los fosfatos precipitados el mismo valor agrícola que para los superfosfatos, pues las diferencias entre los resultados obtenidos con el empleo del uno ó del otro de estos abonos son tan débiles que es imposible conceder la superioridad á ninguno de los dos.

La ventaja de los fosfatos precipitados sobre los superfosfatos reside en que la transformación de un fosfato tribásico á fosfato precipitado es más completa, da una mayor proporción de ácido fosfórico transformado, es decir, de ácido fosfórico soluble en el citrato de amoniaco, que reduciendo el mismo fosfato tribásico á superfosfato, ó sea transformando su ácido fosfórico en ácido fosfórico 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 en el citrato de amoniaco, 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.

Así, la fosforita de Ciplý (Bélgica), transformada en superfosfato, da, por término medio, 12,90 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua, que á los pocos días retrograda, pierde su solubilidad en el agua y pasa á ser sólo soluble en el citrato de amoniaco; mientras que el rendimiento en ácido fosfórico, del mismo valor agrícola, hubiera sido más del doble habiendo transformado directamente dicha fosforita en fosfato precipitado. Esto último es lo que se hace ya hoy en la explotación de los yacimientos de Mesvin-Ciplý, donde se ha desarrollado en grande la

nueva industria de los fosfatos precipitados en sustitución de la de los superfosfatos.

Resulta, por tanto, que un fosfato precipitado bien preparado es mucho más rico que un superfosfato del mismo origen, pero su solubilidad es menor; sin embargo, esta condición, que en general da al superfosfato una superioridad sobre el fosfato precipitado, pues le hace más prontamente asimilable y de efecto más rápido, hace al precipitado inestimable para las tierras ligeras, porque corre menos riesgo de ser acarreado á las capas profundas del suelo.

A igualdad de peso de ácido fosfórico, el precipitado parece resultar un 15 por 100 más económico; su valor nutritivo es apenas inferior en unos casos, en otros mayor, y en general igual al del ácido fosfórico de los superfosfatos. La industria de los fosfatos precipitados merece, pues, tanto en interés de la agricultura como de la industria, preocupar seriamente al químico agrícola. La fabricación industrial de los fosfatos precipitados es el medio de obtener á bajo precio un abono de efecto suficientemente pronto en la mayoría de los casos.

El agricultor deberá, en general, sustituir los superfosfatos por los fosfatos precipitados, y sólo él podrá determinar en qué circunstancias, según la constitución del suelo y el estado de la cosecha, le convendrá emplear los primeros con preferencia á los segundos.

**Comparación del valor agrícola de los superfosfatos y fosfatos precipitados con el de los fosfatos naturales.**—No basta, para llegar á conocer completamente el valor agrícola de los diversos abonos fosfatados y deducir su equivalencia, comparar los fosfatos precipitados con los superfosfatos; es necesario relacionar estas dos formas de abonos con los fosfatos naturales (fosforitas, nódulos y arenas fosfatadas) que, como hemos dicho, eran hasta hace poco rechazados para los usos agrícolas.

Hemos visto que el jugo ácido contenido en las células radicales puede disolver y permite á la planta absorber las materias minerales más insolubles en el agua, como el fosfato bicálcico y aun los fosfatos tribásicos de cal y los fosfatos de alúmina y de hierro y, por consiguiente, los fosfatos naturales. Añadiremos, por otra parte, que el ácido fosfórico soluble de los superfosfatos, cuando

se pone en contacto del suelo, se combina con la cal, la alúmina y el óxido de hierro existentes en el terreno y pasa en muy poco tiempo, no solamente al estado de fosfato bibásico, sino también, en parte, al de *fosfato tribásico y fosfato de alúmina y de hierro*, es decir, al de fosfatos únicamente solubles en los ácidos, como los fosfatos naturales.

No existe, en efecto, suelo suficientemente desprovisto de carbonato de cal, de alúmina ó de óxido de hierro para que el ácido fosfórico soluble en el agua no pase en muy poco tiempo, no solamente al estado de fosfatos bibásicos, sino también, en parte, al de tricálcico y al de fosfato de alúmina y de hierro. En los suelos ricos en cal, el ácido fosfórico soluble se transforma, según ha demostrado Petermann, en fosfato tricálcico.

Estos hechos incontestables, relacionados con los minuciosos análisis practicados por Schläesing en los suelos fértiles, en los que no ha llegado á descubrir más que trazas de ácido fosfórico en disolución, y con la fecundidad de los suelos artificiales preparados por Zöller, Nægelli, Stohmann, etc., en los que no se habían introducido más que fosfatos insolubles, conducen necesariamente, según Grandeau, á la siguiente conclusión: los fosfatos bibásicos y tribásicos son los verdaderos alimentos fosfatados que la planta encuentra en el suelo.

Los fosfatos tribásicos, y por tanto los fosfatos naturales, constituyen, pues, un alimento directo de la planta, es decir, son absorbibles y asimilables, propiedad que hasta hace poco solamente se concedía á los fosfatos ácidos ó monobásicos constituídos por el ácido fosfórico soluble en el agua.

El Congreso internacional de directores de Estaciones agronómicas celebrado en Versalles en 1881 corroboró estas opiniones acordando que en adelante, en los certificados de análisis, los directores de Estaciones agronómicas y de Laboratorios agrícolas expresasen la solubilidad del ácido fosfórico con las expresiones: *ácido fosfórico soluble en el citrato de amoníaco* y *ácido fosfórico soluble en el agua*, según los casos, y no por la de *ácido fosfórico asimilable*. Primero se llamó ácido fosfórico asimilable al soluble en el agua; después se extendió también esta denominación al soluble en el citrato de amoníaco; el Congreso acordó, por fin, eliminarla para una y otra forma, fundándose en la razón siguiente:

«El Congreso piensa, en efecto, que si se llamase asimilable

al ácido fosfórico soluble en el citrato de amoniaco, se clasificarían implícita y necesariamente en la categoría de principios no asimilables fosfatos evidentemente solubles en el suelo, tales como los contenidos en el negro animal, en el guano, en el polvo de huesos, en los estiércoles, y asimismo en los fosfatos fósiles.»

Es decir, se clasificarían como no asimilables fosfatos tribásicos no solubles más que en los ácidos, pero que en el suelo se transforman en absorbibles, y por tanto en asimilables, por la acción de los jugos ácidos contenidos en las células radicales de las plantas.

El reconocimiento de la asimilabilidad de los fosfatos tribásicos á consecuencia de la digestión radicular y el completo estudio de los fenómenos de la retrogradación, en virtud de los cuales el ácido fosfórico soluble pasa en ciertos casos en contacto con el suelo al estado tribásico, ha conducido á comparar el valor fertilizante y las condiciones económicas de los superfosfatos, de los fosfatos precipitados y de los fosfatos naturales, para deducir la conveniencia del empleo, según los casos, de una ó de otra de estas tres formas de abonos fosfatados. De esta comparación se ha deducido que la acción de los superfosfatos, especialmente, y la de los fosfatos precipitados no es superior á la de los fosfatos naturales en la proporción que se creía; esta superioridad es por término medio de un 5 por 100. Consecuencia de esta deducción es el empleo cada vez más creciente de los fosfatos naturales pulverizados, antes menospreciados en agricultura, y la tendencia á sustituir en el gran cultivo, por consideraciones económicas, los superfosfatos por los fosfatos naturales.

Esta sustitución puede verificarse con ventaja cuando no sea preciso que el efecto del abono fosfatado sea inmediato; pues los fosfatos naturales pulverizados son mucho más lentamente atacados y disueltos por los agentes de disolución existentes ordinariamente en el suelo que los superfosfatos y fosfatos precipitados; la acción de éstos, especialmente la de los superfosfatos, es más pronta, más viva, más rápida, porque como han sido previamente disueltos por acciones químicas, se hallan en un estado de tenuidad imposible de obtener por ningún medio mecánico, y por consiguiente su asimilabilidad se verifica con más prontitud. El fosfato soluble que retrograda pasa al estado gelatinoso, dice Proost; en este estado es fácilmente disuelto por los bicarbona-

tos existentes en el suelo. Donde no sea precisa esta acción inmediata, conviene emplear los fosfatos naturales, mucho más baratos, pues la intervención de los ácidos en la preparación industrial de los superfosfatos eleva naturalmente el precio del abono: el kilogramo de ácido fosfórico que los superfosfatos contienen, cuesta hoy á 60 ó 70 céntimos, y el de los fosfatos naturales á 25 ó 30 solamente; la diferencia de precio entre el kilogramo de ácido fosfórico del superfosfato y el kilogramo de ácido fosfórico del fosfato natural es, pues, superior en 100 por 100.

Veamos, en comprobación de lo que hemos dicho acerca del valor fertilizante de los fosfatos naturales comparado con el de los superfosfatos y fosfatos precipitados, las opiniones sobre este asunto de Jamieson y de Grandeau, cuyas experiencias, como dijimos, han modificado profundamente las opiniones antes dominantes acerca del papel fisiológico y del valor agrícola de las diferentes formas de abonos fosfatados.

De las investigaciones del Dr. Jamieson resulta:

- 1.º Los fosfatos minerales empleados solos tienen una influencia muy marcada en el aumento de los rendimientos.
- 2.º El valor fertilizante del fosfato mineral insoluble es igual al de fosfato animal insoluble.
- 3.º El fosfato soluble en el agua (superfosfato) no es superior, como acción, al fosfato tribásico en la proporción que se admite generalmente. (Según Jamieson, esta superioridad es, en la mayor parte de las cosechas, de 7 por 100 próximamente; pero las experiencias verificadas por Grandeau en la Estación agronómica del Este de Francia no han dado más que un 4 por 100 para un período de ocho años.)
- 4.º El fosfato precipitado ha dado rendimientos superiores en un 6 por 100 próximamente á los suministrados por el fosfato tribásico. (Es decir, que la superioridad de los fosfatos precipitados con respecto á los fosfatos naturales, es un 1 por 100 menor, según Jamieson, que la de los superfosfatos.)

Estas conclusiones, dice Grandeau, que confirman el hecho importante de la casi identidad del ácido bibásico (fosfato precipitado y de los superfosfatos, se aproximan mucho á las que yo he deducido de mis ocho años de experiencias. La consecuencia general de los ensayos de Aberdeen es que el fosfato tribásico (fosfatos naturales) en polvo fino es el manantial de ácido fosfó-

rico más económico para el agricultor. Estamos, pues, absolutamente de acuerdo Mr. Jamieson y yo, añade Grandeau, sobre el hecho económico muy importante de que es necesario llegar á sustituir, en el gran cultivo, con los fosfatos minerales brutos en polvo los superfosfatos, infinitamente más caros.

Mi convicción, sigue Grandeau, fundada en el estado natural de los fosfatos en el suelo, en los conocimientos que poseemos de la nutrición de los vegetales, y especialmente de la penetración por *diálisis* de las materias no disueltas (sólidas) 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 sustancia que triplica su precio sin poseer 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 desprovistas de carbón, y ricas al mismo tiempo en yacimientos de fosfatos tribásicos, *la España notablemente*, pueden encontrar en la sustitución 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.

Para terminar con lo relativo á la comparación del valor agrícola de los superfosfatos y fosfatos precipitados con el de los fosfatos naturales, citaremos la opinión de J. Raulin, quien dice que de los resultados obtenidos sobre el trigo y el maíz se puede llegar á la siguiente conclusión: los abonos fosfatados con ácido fosfórico insoluble, tales como los fosfatos fósiles, pueden ser utilizados como los superfosfatos y los fosfatos precipitados de

la industria, bajo la condición de que en el primer año se empleen en una dosis igual á 5 ó 6 veces la dosis acostumbrada.

Las conclusiones que se deducen de nuestro estudio respecto al valor agrícola de los diferentes abonos fosfatados (superfosfatos, fosfatos precipitados y fosfatos naturales) son las siguientes:

1.<sup>a</sup> La solubilidad en el agua no es condición indispensable para que una sustancia existente en el suelo sea absorbida por las raíces y, por tanto, asimilada por el vegetal. Las células radicales contienen jugos ácidos que pueden disolver á través de su membrana y convertir en asimilables las materias sólidas insolubles en el agua y solubles en dichos jugos existentes en el suelo como los fosfatos bibásicos (fosfatos precipitados) y aun los tribásicos y los de alúmina y de óxido de hierro, y, por consiguiente, los fosfatos naturales.

2.<sup>a</sup> El ácido fosfórico soluble en el agua de los superfosfatos retrograda en contacto del suelo, se combina con la cal, alúmina y óxido de hierro, y pasa no solamente al estado de fosfato bibásico soluble en el citrato de amoniaco é insoluble en el agua, sino también al de fosfato tribásico y fosfatos de alúmina y de hierro, es decir, al de fosfatos solubles únicamente en los ácidos, como los fosfatos naturales.

3.<sup>a</sup> El ácido fosfórico en sus combinaciones insolubles en el agua, pero solubles en el citrato de amoniaco (fosfato de cal precipitado) posee, desde el punto de vista agrícola, un valor casi igual al del ácido fosfórico soluble en el agua (ácido fosfórico de los superfosfatos). Se puede, pues, admitir para los fosfatos precipitados el mismo valor agrícola que para los superfosfatos. Los superfosfatos son más fácilmente solubles y asimilables, y de efecto más rápido por consiguiente; los fosfatos precipitados son mucho más ricos en ácido fosfórico que los superfosfatos del mismo origen, y por tanto más baratos. El agricultor debe, pues, en general, sustituir los superfosfatos por los fosfatos precipitados, y observar en qué circunstancias le convendrá emplear los primeros con preferencia á los segundos.

4.<sup>a</sup> Los fosfatos tribásicos, y por lo tanto los fosfatos naturales, son absorbibles y asimilables, constituyen por lo mismo un alimento directo para la planta y tienen una influencia muy marcada en el aumento de los rendimientos.

5.<sup>a</sup> Los fosfatos tribásicos finamente pulverizados ó desagregados por la acción necesaria de una alta temperatura y la proyección en el agua fría, ó mejor aún por la acción del vapor á presión, dan por término medio un rendimiento inferior en un 5 por 100 á lo más del que dan en el mismo suelo, con los mismos vegetales, el ácido fosfórico monobásico (ácido fosfórico de los superfosfatos) ó bibásico (ácido fosfórico de los fosfatos precipitados).

6.<sup>a</sup> El fosfato tribásico (fosfatos naturales) en polvo fino es el manantial de ácido fosfórico más económico para el agricultor. Conviene, por razones económicas, sustituir en el gran cultivo los superfosfatos, infinitamente más caros, con los fosfatos naturales pulverizados. El agricultor inteligente que pueda hacer algunos adelantos al suelo debe emplear fosfatos precipitados, ó bien fosfatos tribásicos naturales en polvo fino y á altas dosis, mezclados con los estiércoles, para obtener á mucho más bajo precio que con los superfosfatos los mismos rendimientos.

Esta última conclusión ofrece excepcional importancia para las regiones, como la nuestra, ricas en yacimientos de fosfatos tribásicos, como los de Logrosán y Jumilla, que pueden encontrar en la sustitución de los superfosfatos por el empleo directo de los fosfatos naturales pulverizados, una fuente de riqueza agrícola é industrial de primer orden. La industria y la agricultura españolas pueden encontrar en los criaderos de fosforita ancho campo donde desarrollarse y obtener provechosos resultados. La explotación de las fosforitas de Logrosán y de Jumilla puede, en efecto, originar las industrias siguientes:

Trituración y tamizado de los fosfatos ricos para la exportación; fabricación de superfosfatos y de fosfatos precipitados; empleo directo en el país de las gangas, previamente trituradas, mezcladas con los estiércoles ya fabricados ó con las deyecciones en los establos; y como consecuencia de estas diversas industrias, desenvolvimiento de la de productos químicos y fabricación de abonos del mismo nombre.

**Acción del sulfato de los superfosfatos sobre la potasa.**—Mr. A. Vivien, químico de Saint Quentin (Aisne), ha publicado en 1889, en el *Journal d'Agricultura pratique*, algunas consideraciones encaminadas á explicar la superioridad tan marcada que en ciertos casos ofrecen los superfosfatos.

Esta superioridad, dice, no es debida á la solubilidad del ácido fosfórico, porque éste no es asimilado en tal estado, sino que, en contacto de las bases contenidas en el suelo, retrograda, pasa al estado tribásico ó al de fosfato de hierro, es decir, forma una combinación igual ó menos soluble que el fosfato de cal.

Se ha dicho, añade, que el fosfato reconstituído en el suelo por la retrogradación estaba en un estado más soluble que el fosfato natural. Pero, además de otras consideraciones, la solubilidad de los fosfatos, cualesquiera que sean, es por lo común suficiente para que ofrezcan al vegetal mucho más ácido fosfórico que el que necesita, aun tratándose del fosfato tricálcico calcinado, que es de los fosfatos menos solubles, pues su solubilidad en estado pulverulento es

0,030 gramos por litro de agua pura.

0,139 gramos por litro de agua cargada de su volumen de ácido carbónico.

Ahora bien, para una cosecha de trigo basta una solubilidad de 0,016 gramos por litro para suministrar el ácido fosfórico necesario.

Las experiencias de Menier y Barral muestran que la solubilidad de los fosfatos fósiles finamente molidos, aunque muy débil, es suficiente para satisfacer con largueza las necesidades de las plantas.

¿Cómo explicar, pues, la superioridad tan marcada demostrada en favor de los superfosfatos en muchas experiencias?

Esta superioridad se ha observado en las experiencias practicadas para la comparación de los fosfatos y superfosfatos sobre un cultivo de alfalfa, planta cuyo elemento dominante es, según G. Ville, la potasa y que contiene poco ácido fosfórico con relación á su contenido en cal, nitrógeno y potasa; el papel de los abonos fosfatados en esta planta es, por consiguiente, mínimo, al revés de lo que sucede con los abonos potásicos y cálcicos.

Se sabe, por otra parte, que el yeso, principalmente, conviene muy bien á la alfalfa, trébol, etc.; y, según las experiencias de Deherain, el yeso obra ventajosamente sobre estas plantas haciendo asimilable la potasa.

Si se considera que el superfosfato es una mezcla de fosfato ácido y de fosfato bibásico de cal con una gran cantidad de yeso, procedente, de una parte, de la fabricación, y de otra, de la adi-

ción frecuente de esta sustancia para obtener una sequedad conveniente, hay derecho á preguntar si la superioridad manifestada por el superfosfato puede ser atribuída al estado particular del ácido fosfórico, como se ha dicho, ó al yeso contenido en el superfosfato.

Por un kilogramo de ácido fosfórico hay en el superfosfato 3, 4, 5 y á veces más kilogramos de yeso, proporción más que suficiente para hacer asimilable la potasa necesaria para la cosecha de alfalfa ensayada; y los buenos resultados obtenidos pueden ser atribuídos á la presencia del yeso aportado por el superfosfato.

Para hacer desaparecer esta duda es necesario emplear los superfosfatos exentos de yeso, ó mejor añadirse los á los fosfatos fósiles para que contuvieran esta sustancia en la misma proporción. Es necesario, en una palabra, colocarse en condiciones completamente idénticas en los dos casos y emplear fijamente la misma dosis de ácido fosfórico, de yeso y de carbonato de cal por hectárea para establecer una justa comparación de los fosfatos y superfosfatos.

**Empleo de los superfosfatos, fosfatos precipitados y fosfatos naturales.**—Aunque el ácido fosfórico soluble de los superfosfatos se convierte en el suelo en insoluble como el de los fosfatos naturales, como quiera que ha sido previamente disuelto por las acciones químicas, se halla en un estado de tenuidad que no se puede obtener por ningún medio mecánico, y, por consiguiente, su asimilabilidad es más inmediata. Su empleo puede ser, pues, preferible en las tierras que carezcan *sensiblemente* de ácido fosfórico.

Pero ninguna ventaja hay en emplear los abonos fosfatados inmediatamente asimilables en las tierras que contengan más de un gramo de ácido fosfórico por kilogramo, á no ser que se aplique á esta tierra un abono nitrogenado muy activo. La adición de los superfosfatos en los suelos que contienen el ácido fosfórico en cantidad suficiente no produce al parecer ningún efecto. Cuando hay exceso de ácido fosfórico asimilable en el suelo, la importación exclusiva de este elemento, es decir, sin aumento simultáneo de los otros elementos nutritivos indispensables, no ejercerá, dice Wolff, ninguna acción remuneradora para el agricultor.

Sin embargo, como dice Pagnoul, la determinación de la riqueza

za del suelo en ácido fosfórico no basta para reconocer si la adición de los superfosfatos ha de constituir un gasto improductivo ó remunerador, pues el ácido fosfórico que existe en el suelo puede encontrarse al estado de reserva no asimilable inmediatamente. La experiencia directa es la única que puede indicar la conveniencia del empleo de los superfosfatos. Para ello se divide el terreno en pequeñas parcelas, de las cuales unas reciben superfosfatos, mientras que á las otras no se aplica este abono, permaneciendo exactamente iguales las demás circunstancias. Pequeños cuadrados de un quinto de área bastan para estos ensayos, y hasta son preferibles á los grandes, porque las determinaciones pueden hacerse con más precisión, y además porque se pueden multiplicar las experiencias y apoyarse las deducciones en resultados medios que permitan descartar la influencia de las circunstancias accidentales.

Si los superfosfatos no producen ningún efecto sensible, no se debe deducir que el ácido fosfórico debe ser excluído de los abonos empleados: esta conclusión conduciría á un empobrecimiento inevitable del suelo. En este caso, en vez de superfosfatos se deberán emplear los fosfatos naturales, que suministran el ácido fosfórico á un precio dos ó tres veces más barato.

La acción de los superfosfatos es, según indicamos, ordinariamente poco remuneradora en las tierras arenosas y en las muy ricas en humus, porque el ácido fosfórico soluble se reparte con rapidez, se diluye fácilmente con exceso y hasta puede ser arrastrado por las aguas. Tampoco dan buenos resultados los superfosfatos, por una causa opuesta, en las tierras muy calcáreas, pues el ácido fosfórico pasa pronto al estado insoluble formando combinaciones tribásicas que dificultan su absorción. En todos estos casos conviene emplear los huesos pulverizados ó los fosfatos precipitados, que contienen el ácido fosfórico en combinación menos soluble, pero sin embargo suficientemente activa.

En cambio, los superfosfatos son por lo general muy eficaces y de seguros resultados en los suelos fértiles y apropiados para el cultivo intensivo, en las tierras arcillo-arenosas de tenacidad media, en las arenoso-arcillosas y en las arcillosas y margosas que contienen en proporción moderada el elemento calcáreo.

La acción de los superfosfatos es inmediata, como hemos dicho, y cesa ordinariamente al cabo de uno ó dos años.

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

Se reparten reducidos á polvo fino y homogéneo, excepto en las tierras ligeras pobres en cal, donde es preferible emplearlos en polvo más grueso.

Se emplea el superfosfato de cal en dosis de 300 á 500 kilogramos por hectárea, sobre la remolacha, cereales, colza, etc.

En razón á su muy pronta asimilabilidad, se reparten al principio de la primavera, que es cuando la vegetación puede utilizarlos.

Son muy eficaces en el cultivo de los cereales, de los tubérculos y raíces, especialmente para la remolacha azucarera, y de las plantas oleaginosas. Sus efectos son más notables y seguros aplicados simultáneamente con los abonos ricos en nitrógeno; el empleo exclusivo del ácido fosfórico no conviene más que cuando el suelo es muy rico ó está abundantemente estercolado y cuando es de temer que se doblen los tallos de los cereales. Cuando la tierra está provista de humus fértil se puede prescindir también de aplicar el abono nitrogenado; pero entonces conviene añadir sales potásicas á los superfosfatos. Esta mezcla es también conveniente para los viñedos, forrajes verdes, praderas y para el trébol, que de esta manera prospera hasta en tierras arenosas, si se le proporciona el ácido fosfórico en cantidad notable.

En las tierras pobres en humus, poco provistas de abonos, los superfosfatos no resultan beneficiosos si no se emplean simultáneamente con los abonos nitrogenados.

Los fosfatos precipitados convienen de preferencia en las tierras arenosas ligeras, en los suelos calcáreos y ligeros, y sobre todo en los terrenos turbosos y en los pantanosos, en los cuales los superfosfatos no dan buenos resultados.

Excepto en las tierras muy sueltas, los fosfatos precipitados deben ser repartidos y enterrados de preferencia en el otoño. La dosis varía entre 200 y 350 kilogramos por hectárea.

Los fosfatos naturales finamente pulverizados por medio de aparatos de gran potencia (bocartes, muelas verticales poderosas, cilindros de fundición) son mucho más lentamente atacados y

disueltos. Sin embargo, cuando su acción no deba ser inmediata, pueden, por su precio mucho más bajo y su acción poco inferior, sustituir con ventaja á los otros fosfatos, especialmente en los terrenos ricos en materia orgánica y en los que escasee el elemento calcáreo.

Pueden aplicarse los fosfatos naturales 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.

El mejor medio consiste en mezclarlos con el estiércol en los mismos establos, en la proporción de un kilogramo por día y cabeza de ganado de gran talla, lo que representa, por cada 20 cabezas, un gasto anual de 300 á 400 pesetas.

Cuando se aplican concurrentemente con el estiércol bien extendido, se emplean en una dosis que varía de 300 á 600 kilogramos, según su riqueza en ácido fosfórico.

Ya sabemos que, según Raulin, pueden ser utilizados aisladamente como los superfosfatos y fosfatos precipitados, siempre que el primer año se empleen en una cantidad igual á cinco ó seis veces la dosis acostumbrada.

Los fosfatos naturales se reparten ordinariamente hacia fin del invierno.

El nitrógeno empleado en exceso puede perjudicar á las cosechas. Al ácido fosfórico no le sucede esto. Por lo general permanece fijado al suelo y su exceso no es de temer; lo único que puede ocurrir es que cese de obrar pasado cierto límite.

**Incompatibilidad de los nitratos y de los superfosfatos.**—Hemos dicho que los abonos nitrogenados para que sean eficaces deben ser asociados al ácido fosfórico. Conviene á propósito de esto, llamar la atención acerca de la incompatibilidad de los nitratos y de los superfosfatos, puesta en evidencia, no hace mucho tiempo, por Mr. Andouard, director de la Estación agronómica del Loire-Inferieur (Francia).

Los químicos dedicados al análisis de los abonos reconocen las mezclas de nitratos y de superfosfatos por el olor nítrico característico. Pero yo no sé, dice Mr. Andouard, que esta observación haya conducido á nadie á sospechar la pérdida de nitrógeno que tiene lugar en las mezclas de esta naturaleza.

A fin de Mayo de 1886, una casa muy conocida por su respeta-

bilidad fabricaba grandes cantidades de superfosfatos minerales asociados al nitrato de sosa. El producto debía contener y contenía, en efecto, al final de la fabricación el 6 por 100 de nitrógeno. Sin embargo, las numerosas remesas enviadas á los agricultores, rápidamente expedidas, no tardaron en provocar motivadas reclamaciones. El abono no contenía en nitrógeno la riqueza convenida y cada semana que pasaba aumentaba el déficit, ó lo que es igual, disminuía la proporción de nitrógeno.

Esta disminución en la riqueza de nitrógeno es debida á un desdoblamiento que los nitratos experimentan y cuyo mecanismo parece ser el siguiente: Los superfosfatos contienen ácido fosfórico libre, á veces algo de ácido sulfúrico y hasta de ácido fluorhídrico, cuando se trata de superfosfatos minerales, que contienen generalmente fluoruros. Estos ácidos obrando sobre los nitratos desalojan el ácido nítrico, el cual es gradualmente reducido por los cuerpos oxidables que se encuentran en el producto, tales como las materias orgánicas, sales amoniacales, piritas, etc. El fenómeno adquiere toda su actividad á la temperatura de 25 á 30 grados; una vez iniciado, continúa lo mismo á la temperatura de 12 á 15 grados. Hay en este fenómeno un conjunto de hechos muy complejos que convendría estudiar detenidamente.

La descomposición parece ser más rápida con los superfosfatos minerales que con los superfosfatos de huesos. Pero de todos modos, lenta ó viva, la descomposición es cierta y puede, disminuyendo considerablemente la riqueza del abono en nitrógeno, provocar contestaciones molestas y decepciones sensibles. Únicamente se puede retardar la descomposición empleando los nitratos en gruesos fragmentos; es decir, en un estado perjudicial á la buena repartición en el suelo.

La conclusión práctica de este fenómeno es que no conviene asociar los nitratos á los superfosfatos. Asociando los nitratos á los fosfatos no se produce esta pérdida porque, no conteniendo ácidos libres, el ácido nítrico del nitrato de sosa ó de potasa no puede ser desalojado de su combinación y permanece en la mezcla sin sufrir ninguna pérdida.

**Superfosfatos amoniacales.**—En cambio de lo que ocurre con los nitratos, da buenos resultados, y su empleo ha adquirido gran extensión, la mezcla de los superfosfatos con el sulfato de amoníaco, pues permite satisfacer las necesidades crecientes

de abonos de acción rápida, ricos en nitrógeno y en ácido fosfórico. Las proporciones de la mezcla varían con los deseos de los compradores. La mezcla debe ser bien íntima y ofrecer un estado pulverulento homogéneo. El suelo á que se ha de aplicar ha de ser absorbente, suelto, poroso y algo calcáreo, para asegurar la conversión del amoníaco en ácido nítrico. Por su rapidez de acción deben emplearse en el momento en que las plantas han de utilizarlo.

**Superfosfatos potásicos.**—La mezcla de superfosfato y de sulfato de potasa ó, más raramente, de cloruro potásico ofrece una importancia secundaria. Es por lo general más ventajoso suministrar aisladamente estos dos elementos, porque así se pueden emplear las sales potásicas más apropiadas y menos costosas y aplicarlas en otoño, mientras que los superfosfatos conviene emplearlos en primavera, como antes hemos dicho.

**Escorias de desfosforación.**—Para terminar con lo concerniente á los abonos fosfatados minerales, nos ocuparemos de las *escorias de desfosforación*, denominadas también *escorias fosfatadas*, *escorias básicas*, *fosfatos básicos*, *escorias fosfatos*, *fosfatos Orban*, *escorias Thomas* y *fosfatos metalúrgicos*.

Estas escorias son el resultado de la desfosforación de las fundiciones de hierro empleadas en la fabricación del acero por el procedimiento Thomas y Gilchrist.

Por su riqueza en ácido fosfórico y en cal, y el bajo precio á que se pueden adquirir, se emplean desde hace algunos años en agricultura, y van adquiriendo rápidamente un lugar importante entre los abonos de la agricultura progresiva.

**Composición.**—Contienen estas escorias de 14 á 18 por 100 de ácido fosfórico. Este ácido fosfórico se encuentra casi enteramente al estado tribásico; está, sin embargo, demostrado que una proporción variable es soluble en el citrato de amoníaco, 2 á 3 por 100 ordinariamente, y algunas veces 7 á 10 por 100. Según recientes investigaciones, una parte de este ácido se halla en forma de tetrafosfato de cal (fosfato con cuatro equivalentes de base) muy soluble en el ácido acético diluído y en el agua cargada de ácido carbónico.

Las escorias contienen, además, de 40 á 45 y hasta 60 por 100 de cal, la cuarta parte próximamente al estado libre, que se hidrata al aire y se carbonata en seguida poco á poco.

La acción fertilizante de las escorias se debe á su ácido fosfórico. Sin embargo, hay que tener en cuenta la acción de la cal en las tierras que carecen de caliza, en los terrenos ricos en materia orgánica y en los suelos ácidos.

Además de ácido fosfórico y cal, las escorias contienen variables proporciones de magnesia, 12 á 22 por 100 de óxido de hierro, casi todo al estado de protóxido, algunas centésimas de bióxido de manganeso y 6 á 13 por 100 de sílice.

Al principio se temía que el protóxido de hierro ejerciese una influencia nociva sobre las raíces, apoderándose del oxígeno necesario para las reacciones del suelo y para la vida de las raíces. Nada de esto sucede; M. Wagner ha demostrado, por ensayos directos, que se puede emplear grandes dosis de escorias sin consecuencias perjudiciales.

*Pulverización.*—Expuestos los trozos de escorias al aire y á la lluvia, tienen la propiedad, según Lametz, á consecuencia de su riqueza en cal y de la combinación inestable en que se encuentran los demás elementos que la acompañan, de absorber la humedad y el ácido carbónico y reducirse á polvo.

El comercio suministra las escorias bajo diversas formas: al estado bruto; pulverizadas al aire y tamizadas; ligeramente trituradas, y finamente molidas. A igualdad de riqueza en ácido fosfórico, los precios varían con el grado de tenuidad.

Este grado de tenuidad ejerce en la acción del abono una influencia que conviene tener en cuenta. Se determina el grado de tenuidad por medio del tamiz metálico de Kahd, de mallas de 0<sup>mm</sup>, 17. Para las tierras areno-arcillosas y praderas debe haber 70 á 80 por 100 de fino; es decir, que no debe quedar más de 20 á 30 por 100 de granos gruesos sobre el tamiz normal; en las tierras arenosas, en suelos ligeros, esquistosos y poco profundos, 50 á 60 por 100 de fino parece más conveniente. Su eficacia, sobre todo en las tierras arcillosas, es tanto mayor cuanto más finamente pulverizadas se aplican, aunque su estado de división tiene menos importancia que en los fosfatos minerales, pues las escorias tienen una composición química muy favorable á la disociación de sus elementos en el suelo. Las escorias bien pulverizadas tienen la ventaja de ser más rápidamente activas; tal vez la parte fina obre enteramente el primer año. Las que se hallan en polvo grueso pueden ser aplicadas en mayores cantidades.

*Importancia de la producción.*—Las siguientes cifras señaladas por Grandeau para el año 1886, según los datos proporcionados por Mr. Gilchrist, demuestran la importancia de la producción de estas escorias:

	Escorias. Toneladas.	Ácido fosfórico. Toneladas.
Inglaterra.....	77.540	11.631
Alemania, Luxemburgo y Austria-Hungría..	265.158	39.775
Francia.....	36.813	5.522
Bélgica y otros países.....	14.578	2.188
	<hr/>	<hr/>
	394.089	59.116

*Valor fertilizante.*—Numerosas experiencias se han llevado á cabo con objeto de establecer el valor agrícola del ácido fosfórico de las escorias, comparativamente con el de los demás abonos fosfatados. Los resultados no concuerdan: en ciertos casos las escorias se han mostrado iguales y hasta superiores á los superfosfatos; otras veces han resultado inferiores. Lo que sí se desprende de estas experiencias es que el fosfato de las escorias es mucho más soluble en los reactivos débiles que el de los fosfatos naturales, y por consiguiente más fácilmente asimilable. También es sabido que los superfosfatos son más prontamente asimilables, y por consiguiente de efecto más rápido que las escorias, mientras que éstas ejercen una acción más lenta y más duradera. No se debe, por consiguiente, menospreciar el papel de los superfosfatos, y mucho menos aconsejar su abandono, como lo recomiendan ciertos agricultores entusiasmados con los buenos resultados de las escorias. No hay que olvidar que el ácido fosfórico de las escorias es insoluble en el agua. En la elección de una ó de otra de estas dos sustancias fertilizantes se debe tener en cuenta 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 de preferencia los superfosfatos. Si se trata de sostener durante algún tiempo la acción del ácido fosfórico, se puede apelar á las escorias.

Se ha dicho que las escorias perjudican al sabor de la hierba hasta el punto de rechazarla los animales. Tal vez empleadas en

exceso, como sucede con los abonos potásicos que contienen mucho sulfato de magnesia, provoquen un desenvolvimiento exagerado de las plantas que el ganado come menos, con perjuicio de las más apetecidas, las cuales disminuyen ó desaparecen. Pero si esto se confirma, sólo tendrá lugar cuando se haga uso inmoderado de estas materias, ó cuando se aplique á prados que se hagan pastar por los animales antes de que la lluvia haya arrastrado el abono y lavado las plantas. Ciertas escorias contienen también hasta 1,5 y 2 por 100 de sulfuro de calcio, cuerpo nocivo para los animales y las plantas, por lo cual conviene repartirlas lo más pronto posible antes de que broten las plantas, bien se trate de tierras de sembradura ó de praderas.

*Adquisición y empleo.*—Los agricultores deben pagar las escorias según su riqueza en ácido fosfórico y el grado de pulverización. Cuanto más débil es la proporción de polvo fino que pasa por el tamiz de Kahl más lenta es su acción, menos ha costado su preparación y menos se debe pagar por ellas.

La cantidad que se debe emplear depende de la naturaleza del suelo y de la finura del polvo de las escorias. Molidas en polvo fino bastan 800 á 1.000 kilogramos por hectárea; molidas en polvo grueso son necesarios 1.500 kilogramos; trituradas en granos ó pulverizadas al aire, 2.000 á 2.500. Se ha empleado las escorias hasta en dosis de 7.000 kilogramos por hectárea en un campo sembrado en seguida de avena y no se ha observado ningún inconveniente por el empleo de esta enorme cantidad de escorias.

El empleo en grande de las escorias fosfatadas bien pulverizadas, da buenos resultados, particularmente 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 calcáreo. En los suelos muy calizos, aunque su empleo es ventajoso, no es tan satisfactorio. De todos modos, la existencia en el terreno de una dosis moderada de humus asegura la eficacia de este abono.

Se emplean estas escorias para los trigos y demás cereales; se las reparte 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.

Conviene enterrar cuidadosamente estos abonos. Sin embargo, empleados en cobertera dan excelente resultado en las praderas, especialmente asociados á la kainita, y en las rotaciones forrajeras. En ambos casos se los reparte, sea antes del invierno, sea lo más pronto posible en primavera, en cuanto el terreno esté suficientemente enjugado.

Tal vez más que los demás abonos fosfatados, las escorias se deben asociar á los abonos nitrogenados y potásicos, y para este objeto los agrónomos alemanes dan la preferencia á la kainita, abono potásico de que hablaremos en lugar oportuno, y al nitrato de sosa ó al sulfato de amoniaco. En el cuadro de la página siguiente se hallan las cantidades indicadas por el doctor Stutzer, director de la estación agrícola de Bonn (Alemania).

Al emplear estas fórmulas, se debe tener en cuenta que, según Wolff, no conviene mezclar el nitrato de sosa á las escorias ni emplearlo al mismo tiempo; éstas deben emplearse mucho tiempo antes que el nitrato. Tampoco, según Petermann, se deben mezclar al sulfato de amoniaco, porque la cal libre de las escorias originaría pérdidas considerables de amoniaco. También se debe evitar el mezclarlas á los superfosfatos. En cambio, no hay inconveniente en mezclar las sales potásicas á las escorias, siempre que el reparto se haga al día siguiente ó á los dos días; si se aguarda más tiempo, la masa se endurece.

Hasta el momento de su empleo se guardarán las escorias en un local seco.

La distribución de las escorias muy finas no deja de ofrecer algunos inconvenientes. Se evitan en gran parte humedeciéndolas ligeramente, por ejemplo, en la proporción de 6 litros de agua por 100 kilogramos de materia; su polvillo irritante está menos expuesto á ser arrastrado por el viento con la incorporación de 6 á 10 por 100 de kainita, pero en este caso hay que repartir la mezcla, según se ha dicho, en plazo breve, pues si no la humedad endurece la masa. A falta de kainita, se puede emplear la arena gruesa bien seca.

*Precipitado Thomas.*—Tratando las escorias fosfatadas por el ácido clorhídrico y neutralizando en seguida la solución por la lechada de cal, se obtiene el *precipitado Thomas*. El fosfato precipitado que resulte se recoge por decantación, se lava y se seca. Contiene de 27 á 35 por 100 de ácido fosfórico, del cual el 28 al

	TOSEFATO BÁSICO	KAINITA	NITRATO DE SOSA ó SULFATO DE AMONIACO
	Kilogramos.	Kilogramos.	Kilogramos.
Para cereales . . . . .	400 á 800	100 á 400	100 á 400
Para patatas . . . . .	200 á 400		150 á 300
Para zanahorias, remolachas azucareras, achicorias, escorzoneras, etc. . . . .	400 á 900		150 á 400
Para las remolachas forrajeras, nabos, etc. . . . .	500 á 700		150 á 600
Para estos tres últimos grupos de cultivos no se debe emplear el abono potásico directo; es mejor abonar abundantemente la cosecha precedente por medio de la kainita.			
Para las leguminosas en general, guisantes, habas, lentejas, altramuces, alfalfa, serradella, trébol, etc. . . . .	500 á 700	300 á 500	
Para las praderas (cada año) . . . . .	600 á 800	500 á 600	100 á 130
Para estos dos últimos grupos de cultivos, el Dr. Suizer recomienda emplear siempre el fosfato básico ordinario como costando menos caro que el otro.			
Para las leguminosas se podrá emplear de 75 á 125 kil. de cloruro de potasio en lugar de kainita.			
Para las plantas oleaginosas, adormidera, mostaza, colza, nabina, etc. . . . .			200 á 500
Para las plantas textiles (linó, cáñamo, etc.) . . . . .	400 á 1.200	200 á 600	200 á 250
Para el tabaco (por hectárea) . . . . .	400	200 á 300	130 á 160
En lugar de kainita, que disminuye el poder combustible del tabaco, se dará 50 kilos de sulfato de potasa.	100		
Para el húpulo (por 1.000 plantas) . . . . .	1	75	25
Para los árboles frutales (por pie fuerte y por año) . . . . .	100	2	15
Para las viñas (por 1.000 cepas) . . . . .		60	

29 por 100 se halla al estado bicálcico, soluble, por consiguiente, en el citrato de amoniaco, y por tanto prontamente activo.

Demostrada la posibilidad de la aplicación directa de las escorias después de pulverizadas, parece que se ha abandonado el procedimiento de transformarlas en fosfato precipitado.

III.—*Abonos potásicos.*

**Generalidades.**—Se comprenden en este grupo las sustancias minerales que se añaden al suelo para proporcionar á las plantas la potasa.

La potasa se encuentra en todas las plantas, y es uno de los elementos indispensables para su completo desenvolvimiento.

Al revés de lo que sucede con el ácido fosfórico, las tierras contienen generalmente suficiente potasa para satisfacer las necesidades de las plantas de gran cultivo; pero esta sustancia puede hallarse bajo dos formas: inmediatamente asimilable y en reserva, en estado insoluble. De esta última no pueden disponer las plantas por el momento.

Según Risler, si atacada la tierra por el ácido nítrico suministra 1 por 1.000 de potasa, basta, en un terreno sometido á una rotación en que los forrajes se equilibren bien con los cereales y las raíces, para reparar las pérdidas de potasa experimentadas por el suelo aplicarle todo el estiércol producido por los forrajes y las pajas. Pero si la rotación es más esquilante ó si parte de los forrajes ó de las pajas se venden, no basta el estiércol; hay que devolver al suelo por los abonos minerales la potasa, como el ácido fosfórico y el nitrógeno, en la proporción en que estos elementos de fertilidad han sido exportados. Es preciso dar á cada cosecha, sea por el estiércol, sea por los abonos minerales, la cantidad de potasa que deba contener.

Si el análisis indica la existencia en las tierras de menos de 1 por 1.000 de potasa atacable por el ácido nítrico, hay necesidad de emplear, además del estiércol, sales de potasa. Por el contrario, cuanto más pase de 1 por 1.000 el dosado de la potasa atacable por el ácido nítrico, menos necesidad hay de proporcionar este elemento por los abonos minerales.

La potasa escasea generalmente en las tierras calcáreas, en las

	TOSEFATO	KAINITA	NITRATO DE SOSA
	BÁSICO Kilogramos.	Kilogramos.	ó SULFATO DE AMONIACO Kilogramos.
Para cereales . . . . .	400 á 800	100 á 400	75 á 300
Para patatas . . . . .	200 á 400		
Para zanahorias, remolachas azucareras, achicorias, escorzoneras, etc. . . . .	400 á 900		
Para las remolachas forrajeras, nabos, etc. . . . .	500 á 700		
Para estos tres últimos grupos de cultivos no se debe emplear el abono potásico directo; es mejor abonar abundantemente la cosecha precedente por medio de la kainita.			
Para las leguminosas en general, guisantes, habas, lentejas, altramuces, alfalfa, serradella, trébol, etc. . . . .	500 á 700	300 á 500	
Para las praderas (cada año) . . . . .	600 á 800	500 á 600	
Para estos dos últimos grupos de cultivos, el Dr. Suizer recomienda emplear siempre el fosfato básico ordinario como costando menos caro que el otro.			
Para las leguminosas se podrá emplear de 75 á 125 kil. de cloruro de potasio en lugar de kainita.			
Para las plantas oleaginosas, adormidera, mostaza, colza, nabina, etc. . . . .			
Para las plantas textiles (linó, cáñamo, etc.) . . . . .	400 á 1.200	200 á 600	150 á 400
Para el tabaco (por hectárea) . . . . .	400	200 á 300	150 á 200
En lugar de kainita, que disminuye el poder combustible del tabaco, se dará 50 kilos de sulfato de potasa.			100 á 120
Para el húpulo (por 1.000 plantas) . . . . .	100	75	25
Para los árboles frutales (por pie fuerte y por año) . . . . .	1	2	15
Para las viñas (por 1.000 cepas) . . . . .	100	60	

29 por 100 se halla al estado bicálcico, soluble, por consiguiente, en el citrato de amoniaco, y por tanto prontamente activo.

Demostrada la posibilidad de la aplicación directa de las escorias después de pulverizadas, parece que se ha abandonado el procedimiento de transformarlas en fosfato precipitado.

III.—*Abonos potásicos.*

**Generalidades.**—Se comprenden en este grupo las sustancias minerales que se añaden al suelo para proporcionar á las plantas la potasa.

La potasa se encuentra en todas las plantas, y es uno de los elementos indispensables para su completo desenvolvimiento.

Al revés de lo que sucede con el ácido fosfórico, las tierras contienen generalmente suficiente potasa para satisfacer las necesidades de las plantas de gran cultivo; pero esta sustancia puede hallarse bajo dos formas: inmediatamente asimilable y en reserva, en estado insoluble. De esta última no pueden disponer las plantas por el momento.

Según Risler, si atacada la tierra por el ácido nítrico suministra 1 por 1.000 de potasa, basta, en un terreno sometido á una rotación en que los forrajes se equilibren bien con los cereales y las raíces, para reparar las pérdidas de potasa experimentadas por el suelo aplicarle todo el estiércol producido por los forrajes y las pajas. Pero si la rotación es más esquilante ó si parte de los forrajes ó de las pajas se venden, no basta el estiércol; hay que devolver al suelo por los abonos minerales la potasa, como el ácido fosfórico y el nitrógeno, en la proporción en que estos elementos de fertilidad han sido exportados. Es preciso dar á cada cosecha, sea por el estiércol, sea por los abonos minerales, la cantidad de potasa que deba contener.

Si el análisis indica la existencia en las tierras de menos de 1 por 1.000 de potasa atacable por el ácido nítrico, hay necesidad de emplear, además del estiércol, sales de potasa. Por el contrario, cuanto más pase de 1 por 1.000 el dosado de la potasa atacable por el ácido nítrico, menos necesidad hay de proporcionar este elemento por los abonos minerales.

La potasa escasea generalmente en las tierras calcáreas, en las

arenosas y en los terrenos turbosos, y se encuentra relativamente abundante en los suelos arcillosos. Por eso los abonos potásicos dan sobre todo buenos resultados en los suelos calcáreos, en la mayor parte de los terrenos arenosos y turbosos y generalmente en las tierras ricas en humus. Las tierras arcillo-arenosas y areno-arcillosas no exigen este elemento, pues son ordinariamente ricas en potasa soluble.

Constituída la generalidad de las tierras de cultivo por la mezcla de arena, arcilla y caliza, se explica satisfactoriamente que la ausencia de la potasa sea mucho menos general que la del ácido fosfórico. Pocas tierras de cultivo carecen realmente de potasa. Se debe esto principalmente á la difusión en casi todas las tierras, de los productos de la desagregación de las rocas primitivas, que son ricas en potasa. También puede ser debido á que la restitución de la potasa es más perfecta que la del ácido fosfórico, según se desprende de las siguientes consideraciones: Las plantas que exportan más potasa del suelo son las hierbas de las praderas naturales y artificiales y las raíces, es decir, las que sirven principalmente para la alimentación del ganado, y por consiguiente para la producción del estiércol, mediante el cual se devuelve al suelo casi íntegramente la potasa; mientras que el ácido fosfórico se encuentra en los granos y en los animales, es decir, en los productos que son exportados.

El empleo de la potasa no exime de la aplicación del nitrógeno y del ácido fosfórico, cuando estos elementos no se hallan en el suelo en la debida proporción. Sabemos que la planta debe encontrar al alcance de sus raíces todos los elementos nutritivos que el aire no le proporciona, en forma asimilable y en las proporciones convenientes. Sabemos igualmente que si uno de los elementos nutritivos falta, los demás son inactivos, la planta no puede desarrollarse. Por el contrario, la aplicación al suelo de un elemento que ya contiene en cantidad conveniente no produce ningún efecto útil, y el exceso de un elemento no suple el defecto de otro. Hay que añadir, pues, al suelo, además de la potasa, el ácido fosfórico y el nitrógeno, que son los elementos que más escasean, cuando no se hallen en la debida proporción, si se quiere que el empleo de uno cualquiera de ellos produzca los efectos que se persiguen.

Decimos esto porque la falta de éxito del empleo de las sales

potásicas ha sido con frecuencia debida á su empleo exclusivo, es decir, á que no se asociaban á los fosfatos y á las sales nitrogenadas.

En las investigaciones que el agricultor practique para averiguar la utilidad del empleo de las sales de potasa en un terreno, debe operar con dosis considerables; las cantidades pequeñas no producen por lo general ningún efecto, especialmente en las tierras algo fuertes y muy absorbentes que retienen fuertemente la potasa impidiendo su distribución y dificultando el que este elemento alcance las capas profundas, tal vez esquilgadas por el cultivo de la remolacha y del trébol.

Las plantas absorben en mayor proporción la potasa que el ácido fosfórico. Pero ya hemos dicho que en el cultivo ordinario el empobrecimiento de las tierras en potasa es menos de temer, y que, por otra parte, el suelo es generalmente más rico en potasa que en ácido fosfórico; el agricultor no debe, pues, preocuparse tanto de la restitución de la potasa como de la del ácido fosfórico. Además, las plantas no absorben el ácido fosfórico en cantidades superiores á las que necesitan, mientras que no siempre toda la potasa absorbida es útil y necesaria para el desenvolvimiento vegetal; no parece, pues, que es absolutamente indispensable el proporcionar á todas las plantas toda la potasa que son susceptibles de condensar en sus tejidos, pues algunas veces tienen para esta base una avidez que no está en proporción con sus necesidades reales.

De la composición de las cenizas de los cereales parece desprenderse que estas plantas son las menos exigentes en potasa. Esta deducción no es cierta en absoluto; lo que sucede es que los cereales tienen gran dificultad para absorber del suelo la potasa. En las tierras pobres en este elemento, la adición de los abonos potásicos ejerce influencia beneficiosa en el cultivo de los cereales.

Por el contrario, si las cenizas de las plantas de raíz y de tubérculos son muy ricas en potasa, no es porque tengan exagerada necesidad de este elemento, sino porque sus raíces poseen una aptitud especial para absorber la potasa. Por esta razón pueden estas plantas pasarse más fácilmente sin abonos potásicos y vegetar normalmente en tierras donde los cereales sufrirían por falta de potasa. Así lo demuestra la práctica, y numero-

sas experiencias aconsejan que no se empleen directamente los abonos potásicos en el cultivo de las remolachas y de las patatas. Pero pueden darse en exceso á la cosecha precedente, pues no hay que creer por lo que se acaba de decir que no se debe emplear los abonos potásicos en el cultivo de las plantas de raíz y de tubérculos. Está fuera de duda que en una granja donde se cultivase durante largo tiempo, sin restitución de la potasa, las remolachas y las patatas, y en general las plantas ricas en potasa, este elemento se agotaría antes que con el cultivo de los cereales. Y aunque las remolachas y las patatas tienen la facultad de absorber del suelo cantidades tan grandes de potasa que hacen inútil la adición de abonos potásicos inmediatamente asimilables, está demostrado que en las tierras pobres en este elemento, la aplicación de dichos abonos produce excelente efecto.

Se debe emplear con precaución los abonos potásicos en el cultivo de la remolacha azucarera y de la patata, pues ejercen perjudicial influencia en la producción del azúcar en la primera y de la fécula en la segunda. Se atenúa en parte este inconveniente aplicando los abonos potásicos antes del invierno ó á la cosecha precedente; su empleo directo no es ventajoso, en la mayor parte de los casos, para las plantas de raíz y de tubérculos.

Según las experiencias de Schloesing, los abonos potásicos contribuyen á aumentar la combustibilidad del tabaco, que es una de las cualidades más apreciadas por los fumadores; hay que exceptuar el cloruro de potasio que, según veremos más tarde, es perjudicial para el tabaco, así como para la remolacha.

Las sales potásicas aumentan la cantidad y la calidad de los productos del lino.

En las leguminosas, y particularmente en las leguminosas forrajeras de follaje abundante, es donde se manifiestan bien claramente los favorables efectos de las sales potásicas. Claro es que al aplicar los abonos potásicos á las leguminosas, hay que tener en cuenta la riqueza del suelo para no incurrir en exageraciones.

En los sorprendentes resultados que producen los abonos potásicos sobre las leguminosas en las tierras que carecen de este elemento, y en la facultad que tienen las plantas de esta familia de dejar el suelo enriquecido en nitrógeno, se funda el sistema de cultivo de Schultz-Lupitz, que tanta resonancia ha tenido en

Alemania. Se aplica este procedimiento especialmente á las tierras arenosas. En resumen, consiste en proporcionar á las leguminosas los abonos minerales, y particularmente la potasa, y en privarles del nitrógeno para obligarlas á absorber el que se encuentra gratuitamente á su disposición en el suelo ó en la atmósfera. Los cereales y las raíces viven después á expensas del nitrógeno acumulado por las leguminosas. De modo que, como dice Schultz, la potasa, en los suelos arenosos, estimula la absorción del nitrógeno por las leguminosas, y permite enriquecer las tierras más económicamente que con cualquier otro sistema de cultivo. Las leguminosas que dan mejores resultados en este sistema de cultivo son, en primer lugar los altramuces, en segundo término el trébol amarillo ó de las arenas (*anthyllis vulneraria*), y por último el trébol blanco, los guisantes, el pie de pájaro ó serradella, las alverjas y las lentejas. El sistema de Schultz-Lupitz se puede también aplicar con éxito á las tierras calcáreas: mediante los abonos potásicos se puede obtener cosechas satisfactorias de esparceta y trébol y enriquecer de modo lento, pero económico, las tierras calcáreas en nitrógeno y en materias orgánicas.

En las praderas naturales, sobre todo en los suelos pantanosos y ricos en humus, donde la potasa falta con frecuencia, los abonos potásicos modifican la flora de un modo ventajoso, favoreciendo el desenvolvimiento de las leguminosas y mejorando, por consiguiente, la calidad del heno.

Se cree generalmente que los abonos potásicos son los más útiles para la vid, sea cualquiera el suelo. Esta opinión es errónea, ó por lo menos demasiado absoluta. El cultivo de la vid no exige más potasa que los demás cultivos. Si se ha generalizado la creencia de considerar á la potasa como la dominante de la vid, se debe á que muchos viñedos se hallan en suelos calcáreos, pobres en potasa, donde dan buen resultado las sales potásicas. En los viñedos situados en terrenos ricos en potasa, este elemento no producirá ordinariamente efecto. Para la vid, como para cualquier otro vegetal, hay que tener en cuenta la composición del suelo al aplicar los abonos. Esto no obstante, se puede afirmar que la potasa dará resultados remuneradores en los viñedos cretáceos, en los terrenos de grava y en los arenosos. Aplicando á estas tierras los insecticidas á base de potasa (sul-

focarbonato de potasa, por ejemplo) se une á la acción tóxica la acción fertilizante, y esta doble influencia da por resultado la regeneración rápida del viñedo.

La potasa puede ser proporcionada á las tierras por las *sales potásicas* comerciales y por las *cenizas*.

**Sales potásicas.**—Los compuestos potásicos que el comercio proporciona son: el nitrato de potasa, el cloruro de potasio, el sulfato de potasa, el carbonato de potasa y las sales de Stassfurt.

*Nitrato de potasa.*—Se emplea algunas veces para proporcionar á las plantas al mismo tiempo el nitrógeno y la potasa. Ya nos hemos ocupado de esta sal al tratar de los abonos nitrogenados.

Sólo añadiremos ahora que en la generalidad de los casos la mezcla del nitrato de sosa y del sulfato ó del cloruro de potasio produce, á un precio inferior, los mismos resultados que el nitrato de potasa; no es, por consiguiente, de aconsejar que se recurra al nitrato para enriquecer las tierras en potasa. El nitrato de potasa es casi inofensivo por sí mismo; no hay que guardar precauciones especiales para emplearlo.

*Cloruro de potasio.*—Se presenta en cristales blancos, que tienen la forma de cubos, inalterables al aire y de sabor salado. Es muy soluble en el agua.

Al estado de pureza absoluta, el cloruro de potasio contiene, en 100 partes, 47,59 de cloro y 52,41 de potasio (que corresponden á 63,14 de potasa). El que vende el comercio contiene siempre impurezas (de 5 á 25 por 100) que disminuyen su riqueza.

Se obtiene el cloruro de potasio de las cenizas, de los residuos salinos de las fábricas de azúcar de remolacha, de las aguas madres de las marismas y lagunas saladas y de las sales de Stassfurt. Los cloruros de potasio procedentes de las minas de Stassfurt (Prusia) ofrecen dos formas principales: *cloruros tres veces concentrados* y *cloruros cinco veces concentrados*; contienen los primeros 50 á 55 por 100 de cloruro potásico y los segundos 80 á 85, ó sea 30 á 33 y 50 á 53 por 100 de potasa respectivamente.

El cloruro de potasio se vende según su riqueza en cloruro químicamente puro; para determinar la proporción correspondiente de potasa hay que multiplicar por 0,63. Así un producto que contenga 90 por 100 de cloruro corresponde á 56 ó 57 por 100 de potasa, y otro de 80 corresponderá á 50,5 por 100. Aunque la

riqueza en cloruro real es muy variable, el cloruro de 80 por 100, ó sea de 80 grados, es el más corriente. Mr. Petermann, en sus numerosos análisis, ha encontrado las variaciones siguientes en la composición de los cloruros de Stassfurt:

Mínimum.....	47,39	por 100 de potasa.
Máximum.....	58,94	—
Media.....	52,78	—

La explotación de los cloruros de Stassfurt se hace por sociedades sindicadas para la venta, las cuales fijan precios invariables para cada semestre.

La venta de los cloruros se hace siempre con garantía de análisis. Las sales procedentes de las grandes fábricas contienen generalmente la riqueza garantizada; pero cuando se adquieren de segundas manos no es raro que contengan proporciones elevadas de sustancias extrañas, especialmente de sal común.

El cloruro de potasio está dotado de cierta causticidad, por lo cual, en contacto con las raíces, puede detener la vegetación y ocasionar una marchitez momentánea, por lo menos mientras conserva su composición primitiva; va, además, casi siempre acompañado de cierta cantidad de cloruro de magnesio, que puede ejercer una influencia análoga sobre los órganos vegetales; y, por último, en contacto con la caliza del suelo, da origen al cloruro de calcio, cuyos efectos sobre la vegetación pueden ser perjudiciales. Pero si se aplica con cierta anticipación, antes del invierno ó antes del fin de las lluvias, sus efectos no son de temer, porque hay tiempo para que se transforme y para que las lluvias arrastren el cloruro de magnesio que contiene y el cloruro de calcio que se forma.

Sobre las plantas jóvenes, y especialmente sobre las recién nacidas, es donde puede ejercer acción más perjudicial; se cuidará, por lo tanto, de no ponerlo en contacto con las simientes. Tampoco se empleará en cobertera sobre las plantas en vegetación, porque si toca á las hojas las quema y puede ocasionar la marchitez y hasta la muerte; pero se puede aplicar sin inconveniente sobre las praderas naturales y artificiales cuando la vegetación está paralizada, es decir, en el invierno.

En la mayor parte de los cultivos (cereales, raíces forrajeras y prados naturales) es indiferente el empleo de una ó de otra sal

potásica; el agricultor debe dar la preferencia á la que le proporcione la potasa á más bajo precio: esta condición la satisface generalmente el cloruro; por eso es el abono potásico más comúnmente empleado. Como esta sal es más difusible que el sulfato, ofrece sobre éste la ventaja, en los años secos, de retener la humedad y mantener la frescura en las tierras arenosas. Sin embargo, en el cultivo del tabaco, de la remolacha azucarera y de la patata, el cloruro de potasio es inferior al sulfato. Según Schloesing, el sulfato conviene al tabaco por que aumenta su combustibilidad, mientras que el cloruro la disminuye; también se recomienda el nitrato de potasa para proporcionar al tabaco el nitrógeno y la potasa que necesita. El cloruro de potasio perjudica á la riqueza sacarina de la remolacha; en caso de emplearlo habrá que distribuirlo en el otoño, para que las lluvias del invierno tengan tiempo de eliminar el cloro; pero es preferible aplicar el sulfato de potasa. También se ha observado que el cloruro, empleado tardíamente, rebaja la riqueza de la patata en fécula.

Los obreros pueden manejar sin inconveniente el cloruro de potasio; tampoco hay que guardar precauciones especiales para mezclarlo á los demás abonos.

Debido principalmente á que va siempre acompañado de sales de magnesia, el cloruro de potasio es muy higroscópico, se aglomera pronto y rezuma á través de los sacos si no se tiene cuidado de conservarlo en lugar seco y aislado del suelo.

*Sulfato de potasa.*—Se presenta en cristales prismáticos, duros, inalterables al aire y dotados de un sabor salado y amargo á la vez. Es menos soluble en el agua que el cloruro de potasio.

Al estado puro contiene 54,07 por 100 de potasa. El del comercio contiene de 5 á 30 por 100 de impurezas, especialmente agua, sal común y sulfato de sosa. Ordinariamente contiene de 80 á 90 por 100 de sulfato real.

El sulfato de potasa del comercio se extrae de los residuos salinos de las fábricas de azúcar de remolacha, de las cenizas y de las sales de Stassfurt. Los sulfatos procedentes de las fábricas de azúcar de remolacha son generalmente muy ricos; contienen, por término medio, 95 á 96 por 100 de sulfato. Las minas de Stassfurt proporcionan dos clases de sulfatos: el núm. 1, que contiene, por término medio, 90 á 95 por 100 de sulfato y 50 á 52 de po-

tasa total, y el núm. 2, cuya riqueza media en sulfato es 70 y en potasa total 38 por 100.

El sulfato de potasa se vende según la proporción de sulfato real que contiene; para averiguar la riqueza en potasa se multiplica por 0,54. Así un producto que contenga 85 por 100 de sulfato dará 46 por 100 de potasa.

El sindicato de Stassfurt fija también el precio de venta, algo más elevado que el del cloruro de potasio, á igualdad de materia fertilizante.

Debe analizarse antes de comprarlo, porque puede ser adulterado con la adición de sal común, sulfato de sosa, etc., y para determinar no solamente la potasa total, sino también el ácido sulfúrico y el cloro, pues la potasa puede encontrarse al estado de cloruro, cuyo precio es menos elevado.

Los productos de menor riqueza llamados *sulfatos brutos* procedentes de las minas de Stassfurt están en realidad constituídos por una mezcla de cloruro y de sulfato, en la proporción de 6 á 11 por 100 del primero y de 8 á 12 del segundo, lo que da una riqueza total de potasa de 9 á 12 por 100.

El sulfato de potasa es poco cáustico por sí mismo y por las sustancias que ordinariamente le acompañan; no hay que temer, por consiguiente, que ejerza efectos perjudiciales sobre las raíces ni sobre las hojas. En contacto con la caliza del suelo produce sulfato de cal, al cual tal vez se deba la superioridad que en ciertos casos ofrece el sulfato de potasa. En ciertas plantas, como las leguminosas, que necesitan al mismo tiempo azufre y potasa, produce el sulfato de potasa efectos muy sensibles. Ya hemos dicho que esta sal es superior al cloruro en el cultivo del tabaco, de la remolacha azucarera y de la patata. Da también excelentes resultados sobre la vid y el lúpulo. En la vid parece que aumenta el peso de la cosecha y la riqueza de los mostos en azúcar. La ventaja del sulfato sobre el cloruro para la vid es debida, según Foex, á que se difunde mejor por el suelo y principalmente en las tierras arcillosas, arcillo-calcáreas y arcillo-silíceas.

Por su poca higroscopicidad, el sulfato de potasa se conserva mejor que el cloruro.

*Carbonato de potasa.*—Esta sal, denominada con frecuencia potasa, es raramente empleada como abono, á consecuencia de su precio elevado y de su causticidad. Wille recomienda eficaz-

mente el carbonato de potasa refinado á 90 por 100 para las patatas, y especialmente para la vid. Hay que manejarlo con precaución.

*Sales de Stassfurt.*—Las sales de Stassfurt (Prusia), originarias de las minas de este nombre, se emplean anualmente para la agricultura en cantidad de muchos millones de toneladas. El yacimiento de las sales potásicas y magnesianas de Stassfurt consiste en una capa de 80 á 100 metros de espesor de una extensión considerable, situada en el terreno pérmico á una profundidad de 300 á 400 metros. Las minas de Stassfurt, descubiertas en 1850 y definitivamente instaladas en 1861, como fábrica de abonos potásicos, proporcionan cantidades enormes, y por decirlo así ilimitadas, de sales potásicas y aseguran á la industria y á la agricultura una fuente, por mucho tiempo inagotable, de una materia fertilizante cuya escasez comenzaba á preocupar. En las 34 fábricas que hoy existen se obtienen hasta 13 variedades diferentes de abonos potásicos; estos abonos contienen, en mayor ó menor proporción, sulfatos de potasa y de magnesia y cloruros de las mismas bases; casi todos los elementos que contienen las preparaciones salinas de esta procedencia se hallan en estado fácilmente soluble.

Aparte de inmensas cantidades de sal gema que ocupan la base de estos yacimientos, la sal que se encuentra en más abundancia en las minas de Stassfurt es la *carnalita* (cloruro de potasio y de magnesio hidratado); se encuentran, además, menos abundantes, la *kainita* (sal doble de sulfato de potasa y de sulfato de magnesia, con algo de cloruros de magnesio y de sodio), la *polyhalita* (sulfato de cal, de magnesia y de potasa hidratada), la *kieserita* (magnesia sulfatada hidratada), la *grugita* (mineral esencialmente formado de sulfatos diversos) y otras variedades.

En las sales brutas de Stassfurt la potasa está mezclada con otras muchas materias inertes, y algunas perjudiciales; las sales de magnesia, y en particular el cloruro, ejercen con frecuencia una acción perjudicial sobre la vegetación. Para aislar la potasa y obtener un producto uniforme y concentrado que pueda soportar los gastos de transporte y privado de las sustancias inútiles y nocivas, se somete las sales de Stassfurt, en fábricas próximas á los yacimientos, á diversas preparaciones. De la carnalita se

extrae el cloruro de potasio y de la kainita procede el sulfato de potasa.

Pero como más comúnmente se emplea la kainita es al estado bruto, ó cuando más, privada del cloruro de magnesio por la calcinación. La kainita bruta contiene 12 á 13 por 100 de potasa en forma de sulfato de potasa (22 á 24 por 100). La kainita calcinada y molida se llama *kainita preparada* y contiene, por término medio, 30 á 33 por 100 de potasa al estado de sulfato.

Además de los productos indicados (cloruros, sulfatos, kainita, etc.), de Stassfurt se exportan al mundo entero, con la denominación general de *kainitas*, sustancias de composición variable que resultan de la mezcla, en proporciones diversas, de los minerales explotados en estos yacimientos.

En los países alejados de estas minas no resulta económico el empleo de estos productos brutos, á causa de los gastos de transporte; son preferibles las sales potásicas concentradas (cloruros y sulfatos). Además, las sales brutas contienen cloruro de magnesio que, según se ha dicho, puede ser perjudicial. Por eso, al dosado de la potasa en los productos impuros debe acompañar el de la magnesia al estado de cloruro.

Hasta que se descubrieron los yacimientos de sales potásicas de Stassfurt, las únicas fuentes de potasa que se utilizaban en agricultura eran las cenizas de los vegetales y las sales extraídas de las marismas y lagunas saladas.

*Las aguas madres de las marismas y lagunas saladas*, evaporadas por la acción del calor durante el verano, después de la cristalización de la sal marina, dejan como residuo una mezcla de sales potásicas (sulfatos y cloruros de potasio, sodio y magnesio) que pueden sustituir en los países meridionales, como el nuestro, á las sales de Stassfurt. Para evitar la acción perjudicial del cloruro de magnesio que contienen es conveniente introducir las con bastante anticipación en el suelo ó incorporarlas al estiércol para que se diluyan.

**Empleo de las sales potásicas.**—Debido al estado de solubilidad en que se aplican, las sales potásicas se disuelven en poco tiempo en el agua que la tierra contiene, y las lluvias más ligeras bastan para difundirlas rápida y completamente por el suelo; en este primer período las sales potásicas pueden ser utilizadas por las plantas en la misma forma en que se aplican. Pero

al cabo de algún tiempo pierden su forma primitiva, experimentan profundas modificaciones en su constitución y quedan retenidas por el suelo, en una forma casi insoluble, gracias al poder absorbente de la tierra. El suelo fija, pues, la potasa y la sustrae á la acción del agua; las lluvias no arrastran las sales potásicas. Los agentes de la fijación son, como sabemos, la arcilla y el humus.

En las tierras francas, ó sea en las que contienen en buena proporción estos elementos fijadores, no hay, por consiguiente, temor de que el agua arrastre las sales de potasa, y se puede, por eso, aplicarlas en el otoño, aun para las plantas que se siembran en primavera.

Las tierras fuertes, generalmente bien provistas de arcilla y humus, retienen también enérgicamente la potasa; se puede, pues, también aplicarles las sales potásicas con mucha anticipación. Al aplicar la potasa á estas tierras hay que tener en cuenta que las sales potásicas, especialmente si, como es muy frecuente, están mezcladas al cloruro de magnesio, mantienen la humedad del suelo, y como ya por sí mismas las tierras arcillosas tienden á retener el agua, las sales potásicas, aumentando esta tendencia, pueden sostener en las tierras un exceso de humedad perjudicial para la vegetación. Por otra parte, la gran afinidad que la arcilla tiene para la potasa es causa de que no la ceda fácilmente á las raíces, y es necesario por eso saturar esa afinidad si se quiere que las plantas dispongan de la potasa que necesitan. La primera consideración aconseja disminuir la proporción de potasa; la segunda, recomienda, por el contrario, aumentarla. Conviene, pues, no incurrir en exageraciones en ninguno de los dos sentidos.

En las tierras exclusivamente calizas, que carecen de los elementos fijadores y las aguas pueden arrastrar la potasa, se debe retrasar la aplicación de las sales potásicas hasta la labor que precede á la siembra y no se empleará más que la cantidad que exija la cosecha del año, pues lo que se dé de más no podrá ser aprovechado por los cultivos siguientes. Aunque la potasa se aplique en pequeñas dosis y tardíamente, producirá buenos efectos, pues en las tierras calcáreas los resultados de los abonos potásicos son inmediatos.

También se deben emplear con poca anticipación y en dosis moderadas las sales potásicas en las tierras arenosas, pues por

su pobreza en humus y en arcilla y por su mucha permeabilidad la facultad absorbente es muy escasa. Los efectos de las sales potásicas son rápidos en estas tierras, siempre que el suelo contenga suficiente humedad, condición que fácilmente se satisface á poco que llueva, pues las sales potásicas, especialmente las que contienen cloruro de magnesio, mantienen, como el nitrato de sosa, cierta humedad en el suelo. Por estas consideraciones, la época más favorable para la aplicación de los abonos potásicos á las tierras arenosas es la comprendida entre fin de Febrero y principios de Mayo.

La adición de las sales potásicas da excelentes resultados en los terrenos turbosos, siempre que no contengan ácidos libres ó sales solubles de hierro; en este caso hay que encalarlos previamente ó emplear simultáneamente la potasa y la cal.

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 margarlas 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. Cuando el suelo es rico en caliza, no hay que preocuparse de la pérdida de cal producida por las sales potásicas.

Las sales potásicas están dotadas de cierta causticidad, sea por sí mismas, sea por las sustancias extrañas á que se encuentran mezcladas con frecuencia, sea por los productos que resultan de las reacciones que provocan en el suelo. No conviene por eso emplearlas al mismo tiempo que las semillas, porque pueden matar el germen, ó por lo menos perjudicar á las plantas recién nacidas. Tampoco se emplearán en cobertera sobre las cosechas nacientes, porque pueden quemar las hojas y ocasionar la marchitez y hasta la muerte de las plantas. Para evitar su acción corrosiva se aplicarán con la mayor anticipación posible, de modo que haya tiempo para que se transformen en el suelo y pierdan los elementos á que se debe su causticidad y las impurezas perjudiciales.

Generalmente se reparten las sales potásicas en el otoño. Esta

época es la que debe preferirse para las tierras de tenacidad media; en las tierras ligeras y poco absorbentes es preferible repartirlas en primavera, especialmente si se emplean en pequeña cantidad.

Sea cualquiera la naturaleza de la sal potásica empleada y el cultivo á que se aplique, á excepción de las praderas, no se empleará nunca en cobertera.

Se enterrarán lo más profundamente posible, hasta las capas que las raíces frecuentan de preferencia.

Para repartirlas con regularidad conviene pulverizarlas; con objeto de que con la sequía no se aglomeren en masas más ó menos duras, se recomienda mezclarlas con un 5 á 10 por 100 de turba pulverizada ó de tierra bien dividida.

Se facilita su distribución regular mezclando las sales potásicas á un volumen doble ó triple de tierra suelta; esta mezcla es indispensable para las sales cáusticas, como los residuos salinos, las potasas brutas, y hasta para las cenizas, que atacan las manos de los encargados de repartirlas.

En vez de asociarlas á estas materias inertes, no hay inconveniente en mezclarlas á otros abonos, tales como los fosfatos, superfosfatos, nitratos, sulfato de amoníaco, yeso, materias orgánicas, etc., pues no se produce ninguna reacción perjudicial. Se exceptúan los abonos que contengan la potasa al estado de carbonato, los cuales no se deben mezclar con el nitrógeno amoniacal ni con el nitrógeno orgánico fácilmente descomponible, porque el carbonato de potasa, como la cal, originará pérdidas de amoníaco.

Cuando se trata del empleo de grandes cantidades, los autores alemanes aconsejan asociar las sales potásicas, y particularmente las sales brutas, á los estiércoles en preparación; de esta manera, según ellos, el cloruro de magnesio y el sulfato de magnesia que estos productos contienen evita el desprendimiento del amoníaco.

La cal viva en polvo y el yeso aumentan la acción de las sales potásicas. Para conseguirlo, se mezclan 100 kilogramos de kainita con 15 ó 20 de cal apagada de buena calidad; se añade agua, agitando activamente la mezcla. Pasados algunos días, se pulveriza la masa, se mezcla con tierra seca, se criba y se reparte sobre las camadas de los establos ó sobre los montones de estiércol en preparación.

Se empleará las sales potásicas en dosis proporcionadas á la naturaleza del suelo y á las exigencias de las plantas; ya sabemos que los cereales reclaman poco y que las raíces y tubérculos y las leguminosas forrajeras absorben, por el contrario, grandes cantidades. Sin embargo, como las sales potásicas no son arrastradas por las aguas, no hay que preocuparse de proporcionar exactamente la cantidad conveniente, pues el agricultor no corre el peligro de perder este elemento en el caso de que el abono introducido en el suelo lo contenga en exceso, por lo menos en las tierras dotadas en alto grado de la propiedad absorbente; únicamente en los suelos que carecen de arcilla y de humus, cuyas propiedades absorbentes son muy débiles, conviene no proporcionar más que la potasa necesaria para la cosecha del año.

Como las sales potásicas más usadas como abono (cloruro, sulfato y nitrato) tienen todas próximamente una riqueza en potasa de 50 por 100, se pueden emplear en dosis casi iguales.

En las tierras pobres en potasa se aplicará la cantidad de este elemento que la cosecha reclame: 150 kilogramos de cloruro ó de sulfato para los cereales, vid y plantas industriales; 300 á 500 kilogramos de las mismas sales para las raíces y tubérculos, y próximamente 300 kilogramos para las legumbres. En los suelos cretáceos y en los completamente arenosos, que carecen casi enteramente de potasa, así como en los terrenos fuertes donde los abonos se difunden lentamente, conviene emplear dosis elevadas. En las tierras suficientemente provistas de potasa, el empleo de los abonos potásicos es inútil.

Claro es que, si en vez de las sales potásicas acabadas de citar, se emplean otros abonos potásicos menos ricos, como las sales brutas de Stassfurt, por ejemplo, habrá que aumentar la dosis en la proporción necesaria para introducir en el suelo la misma cantidad de potasa que con aquéllas; pero en este caso se tendrá muy en cuenta las indicaciones relativas á la época de empleo, con el fin de que haya tiempo para que antes del nacimiento de las plantas se eliminen las sustancias nocivas que acompañan á tan grandes cantidades de abono.

**Cenizas.**—La composición de las cenizas varía con la naturaleza de los combustibles que las proporcionan.

Las que resultan de la combustión de los vegetales y de sus residuos, contienen sales de potasa y fosfatos y pueden, por con-

siguiente, emplearse como abono mineral. Las sales que contienen estas cenizas son unas solubles y otras insolubles. La parte soluble, á la que es debida en primer término su propiedad fertilizante, está formada principalmente por sales de potasa, y la parte insoluble por carbonatos y fosfatos de cal y magnesia. Las cenizas procedentes de los combustibles vegetales que se queman en los hogares domésticos contienen el carbonato de cal en gran cantidad, de 6 á 10 por 100 de potasa y de 2 á 5 por 100 de ácido fosfórico.

Estas cenizas convienen especialmente á las praderas naturales, tréboles, alfalfa, cáñamo, tabaco y plantas de semillas oleaginosas.

Obran de preferencia sobre los suelos no calcáreos, en los terrenos arcillosos, compactos, húmedos y fríos.

No solamente favorecen la vegetación, sino que su empleo constante y continuado durante algunos años destruye las malas hierbas.

Se emplean en dosis de 25 á 30 hectolitros por hectárea. Cuando no se dispone de cantidades de alguna consideración se mezclan con los estiércoles, y así se utilizan las pequeñas cantidades de que ordinariamente puede disponer el agricultor y se aumenta la riqueza del estiércol en potasa.

Es mejor, sobre todo en las praderas, emplear las cenizas en pequeñas dosis repetidas que en grandes cantidades, porque en este último caso hay peligro de quemar y desorganizar las plantas.

Cuando se tratan las cenizas por el agua se disuelven, como es consiguiente, todas las materias solubles; el líquido que contiene las materias solubles se llama vulgarmente *lejía* y el residuo insoluble que queda después de separada la lejía recibe el nombre de *ceniza lexiviada*. Las lejías empleadas en ciertas industrias y las cenizas lexiviadas que quedan como residuo pueden unirse de nuevo después de utilizadas aquéllas ó emplearse aisladamente en beneficio de la agricultura. Las lejías pueden considerarse como abonos potásicos; las cenizas lexiviadas obran principalmente como abonos fosfatados.

La lejía empleada en el blanqueo de las telas puede aprovecharse, por su excesiva alcalinidad, en los terrenos algo ácidos; pero es preferible extenderla en siete ú ocho veces su volumen

de agua y repartirla sobre las praderas ó sobre los estiércoles.

Las cenizas lexiviadas que quedan como residuo de las lejías empleadas en el blanqueo de las telas y en las fábricas de jabón, aunque desprovistas de los principios solubles, no dejan de tener propiedades fertilizantes, pues están formadas de una mezcla de carbonatos y fosfatos térreos, principalmente de cal, finamente divididos, y pequeñas cantidades de sales alcalinas. Aunque su acción es menos importante que la de las cenizas comunes, ejercen, sin embargo, buena influencia, por las cantidades de carbonato y de fosfato de cal que contienen, sobre todos los suelos, especialmente sobre los arcillosos y compactos, sobre todas las cosechas, particularmente sobre los prados no regados, y aplicadas en todas las estaciones, excepto en el invierno. Son más baratas y no se corre con ellas el peligro de quemar las plantas, como sucede con las cenizas vivas y recientes. La dosis media es de 25 á 32 hectolitros por hectárea, que se aumenta en los suelos húmedos y compactos y se disminuye en los secos y ligeros; con esta dosis sus efectos duran de cinco á seis años. Se reparten á mano ó con la pala cuando están bien secas y el suelo poco húmedo, y se entierran con un ligero pase de rastra, ó más generalmente, se dejan al descubierto, sobre todo si el tiempo está lluvioso. Mezcladas al estiércol producen, como es natural, efectos más beneficiosos que si se emplean solas.

Las cenizas de turba y de hulla contienen también principios fertilizantes, pero son muy inferiores como abono á las de los vegetales. Contienen mayor ó menor cantidad de carbonato y de sulfato de cal, algo de magnesia y cantidades insignificantes de álcalis y de ácido fosfórico. Se puede decir que en general carecen de potasa y de fosfatos y que sus buenos efectos sobre las praderas artificiales se explican por el sulfato de cal que contienen.

Su acción es principalmente mecánica, pues dan soltura á las tierras tenaces. Su empleo exige algunas precauciones, porque usadas en grandes dosis ó en tiempo lluvioso pueden perjudicar á las plantas. Antes de su empleo deben ser desembarazadas, por medio de cribas, de las escorias y piedras que las acompañan.

La mejor manera de utilizar estas cenizas es mezclarlas á compuestos fertilizantes ricos en materias orgánicas. Aisladas

obran muy bien sobre las praderas naturales y artificiales, especialmente sobre el trébol. Se reparten en primavera en dosis de 40 á 50 hectolitros por hectárea.

El empleo en escala algo considerable de las cenizas de todas clases exige algunas precauciones generales, además de las que hemos indicado. Cuando se emplean las cenizas en cobertera sobre los cereales, praderas naturales y artificiales, no se deben depositar en montones que permanezcan más allá de veinticuatro horas en las tierras en que se van á repartir, porque las plantas recubiertas por los montones de ceniza serán destruidas, bien por la acción corrosiva de la potasa y de la sosa, si se trata de las cenizas de los combustibles ordinarios, bien por la del sulfato de hierro y de alúmina, si se trata de las cenizas piritosas. Por la misma razón, cuando se emplean las cenizas en cobertera no conviene repartirlas inmediatamente después de la lluvia, porque se fijan á las hojas y pueden corroerlas y dejarlas impropias para desempeñar sus funciones.

#### IV.—*Abonos calcáreos.*

**Generalidades.**—La cal constituye un elemento verdaderamente necesario para la vida de las plantas: todas la contienen en sus diferentes órganos y algunas, como las *leguminosas forrajeras*, la exigen y la absorben del suelo en cantidades considerables. Se comprende, por lo tanto, que un terreno desprovisto de principios calcáreos no será muy productivo si no se le suministra directamente este elemento tan necesario á la fertilidad de las tierras.

Aunque la cal es indispensable para la producción de las cosechas, las plantas son, en general, poco exigentes en este elemento, y sólo por excepción carece el suelo de las pequeñas cantidades necesarias para la nutrición vegetal. Considerada como abono propiamente dicho, la cal ofrece, pues, una importancia secundaria.

Pero si como alimento directo de las plantas tiene la cal escasa importancia, en cambio ofrece excepcional interés por las acciones mecánicas, químicas y fisiológicas que ejerce en el suelo. La cal, como sabemos, modifica las propiedades físicas de las

tierras, interviene en las reacciones químicas que influyen en la fertilidad y permite á los organismos microscópicos del suelo el desempeño de sus útiles funciones.

Teniendo en cuenta esta acción múltiple de la cal, distinta de su función alimenticia, que es la característica de los abonos, muchos autores incluyen los abonos calcáreos en un grupo especial, al que aplican la denominación general de *enmiendas*, para diferenciarlos de las demás sustancias fertilizantes, á las cuales designan especialmente con el nombre de *abonos*. Esta división, tan clara en apariencia, no es exacta en realidad, porque muchos abonos, y entre ellos el abono por excelencia, ó sea el estiércol, además de proporcionar alimentos á las plantas, modifican las propiedades físicas del suelo; y en cambio la cal, considerada como la enmienda tipo, constituye un alimento indispensable para las cosechas. Por eso, como dice Damseaux, el nombre de *enmiendas* aplicado á ciertos abonos ha pasado de moda.

La cal se encuentra abundantemente repartida por la superficie del globo; esto no obstante, hay regiones enteras en que las tierras sufren por falta de cal. Conviene por eso saber cuáles son los suelos que carecen de cal, y en los cuales, por consiguiente, la adición de abonos calcáreos produciría beneficiosa influencia.

La constitución geológica de una región puede suministrar excelentes indicaciones acerca de la oportunidad del empleo de las materias calcáreas. Las tierras procedentes de la desagregación de las rocas eruptivas, en las cuales dominan el feldesfato, el cuarzo y la mica, como los suelos graníticos, gneísicos, esquistosos, etc., carecen de cal; el encalado ó el margado es muy conveniente en estas tierras.

La ausencia del elemento calcáreo en las tierras se acusa por el crecimiento espontáneo de ciertas plantas: cuando se producen espontáneamente y en abundancia las acederas, retamas, juncos, brezos, digital, hellechos, etc., se puede decir que el empleo de la cal está indicado.

Ya se ha dicho en otro lugar que la falta de caliza no es de temer siempre que la tierra dé lugar á una viva efervescencia cuando se vierta sobre ella un ácido, tal como el ácido clorhídrico, ó solamente vinagre. Para practicar este ensayo es conveniente desleir antes un poco de tierra en un poco de agua, con objeto

obran muy bien sobre las praderas naturales y artificiales, especialmente sobre el trébol. Se reparten en primavera en dosis de 40 á 50 hectolitros por hectárea.

El empleo en escala algo considerable de las cenizas de todas clases exige algunas precauciones generales, además de las que hemos indicado. Cuando se emplean las cenizas en cobertera sobre los cereales, praderas naturales y artificiales, no se deben depositar en montones que permanezcan más allá de veinticuatro horas en las tierras en que se van á repartir, porque las plantas recubiertas por los montones de ceniza serán destruidas, bien por la acción corrosiva de la potasa y de la sosa, si se trata de las cenizas de los combustibles ordinarios, bien por la del sulfato de hierro y de alúmina, si se trata de las cenizas piritosas. Por la misma razón, cuando se emplean las cenizas en cobertera no conviene repartirlas inmediatamente después de la lluvia, porque se fijan á las hojas y pueden corroerlas y dejarlas impropias para desempeñar sus funciones.

#### IV.—*Abonos calcáreos.*

**Generalidades.**—La cal constituye un elemento verdaderamente necesario para la vida de las plantas: todas la contienen en sus diferentes órganos y algunas, como las *leguminosas forrajeras*, la exigen y la absorben del suelo en cantidades considerables. Se comprende, por lo tanto, que un terreno desprovisto de principios calcáreos no será muy productivo si no se le suministra directamente este elemento tan necesario á la fertilidad de las tierras.

Aunque la cal es indispensable para la producción de las cosechas, las plantas son, en general, poco exigentes en este elemento, y sólo por excepción carece el suelo de las pequeñas cantidades necesarias para la nutrición vegetal. Considerada como abono propiamente dicho, la cal ofrece, pues, una importancia secundaria.

Pero si como alimento directo de las plantas tiene la cal escasa importancia, en cambio ofrece excepcional interés por las acciones mecánicas, químicas y fisiológicas que ejerce en el suelo. La cal, como sabemos, modifica las propiedades físicas de las

tierras, interviene en las reacciones químicas que influyen en la fertilidad y permite á los organismos microscópicos del suelo el desempeño de sus útiles funciones.

Teniendo en cuenta esta acción múltiple de la cal, distinta de su función alimenticia, que es la característica de los abonos, muchos autores incluyen los abonos calcáreos en un grupo especial, al que aplican la denominación general de *enmiendas*, para diferenciarlos de las demás sustancias fertilizantes, á las cuales designan especialmente con el nombre de *abonos*. Esta división, tan clara en apariencia, no es exacta en realidad, porque muchos abonos, y entre ellos el abono por excelencia, ó sea el estiércol, además de proporcionar alimentos á las plantas, modifican las propiedades físicas del suelo; y en cambio la cal, considerada como la enmienda tipo, constituye un alimento indispensable para las cosechas. Por eso, como dice Damseaux, el nombre de *enmiendas* aplicado á ciertos abonos ha pasado de moda.

La cal se encuentra abundantemente repartida por la superficie del globo; esto no obstante, hay regiones enteras en que las tierras sufren por falta de cal. Conviene por eso saber cuáles son los suelos que carecen de cal, y en los cuales, por consiguiente, la adición de abonos calcáreos produciría beneficiosa influencia.

La constitución geológica de una región puede suministrar excelentes indicaciones acerca de la oportunidad del empleo de las materias calcáreas. Las tierras procedentes de la desagregación de las rocas eruptivas, en las cuales dominan el feldesfato, el cuarzo y la mica, como los suelos graníticos, gneísicos, esquistosos, etc., carecen de cal; el encalado ó el margado es muy conveniente en estas tierras.

La ausencia del elemento calcáreo en las tierras se acusa por el crecimiento espontáneo de ciertas plantas: cuando se producen espontáneamente y en abundancia las acederas, retamas, juncos, brezos, digital, hellechos, etc., se puede decir que el empleo de la cal está indicado.

Ya se ha dicho en otro lugar que la falta de caliza no es de temer siempre que la tierra dé lugar á una viva efervescencia cuando se vierta sobre ella un ácido, tal como el ácido clorhídrico, ó solamente vinagre. Para practicar este ensayo es conveniente desleir antes un poco de tierra en un poco de agua, con objeto

de expulsar las burbujas de agua interpuestas; enseguida se añade el ácido clorhídrico ó el vinagre.

No hay motivo para que las cosechas empobrezcan el suelo en cal, al menos en proporción apreciable, pues aparte de que las cantidades extraídas por los diferentes cultivos son relativamente débiles, el elemento calcáreo se concentra sobre todo en las partes vegetales (forrajes, pajas, órganos foliáceos) que son consumidas en la granja y restituídas al suelo con los estiércoles. Más importante es el empobrecimiento en caliza que puede determinar el arrastre de la cal por las aguas de drenaje. Las aguas que atraviesan la tierra arrastran la cal al estado de bicarbonato, formado por la acción del ácido carbónico sobre la caliza, al estado de nitrato, procedente del contacto del carbonato de cal con el ácido nítrico producido por la nitrificación, al estado de sulfato, originado por el ácido sulfúrico de los sulfatos empleados como abono, y, por fin, al estado de cloruro, originado por el cloro de los cloruros añadidos al suelo. La pérdida de caliza que todas estas causas reunidas determinan no es para preocupar al agricultor cuando las tierras contienen grandes cantidades; pero cuando no son muy abundantes en cal es necesario recurrir al encalado ó al margado para mantener en el suelo este elemento esencial de la fertilidad.

Como las cantidades de cal que las cosechas extraen del suelo son relativamente pequeñas, los abonos calcáreos, más que para satisfacer las necesidades directas de las plantas, se emplean para que influyan indirectamente sobre la cosecha, mejorando las propiedades de las tierras y provocando las reacciones que ponen en circulación principios fertilizantes inmovilizados en el suelo.

Sin embargo, en ciertos casos las materias calcáreas obran directamente sobre la planta por la cal que proporcionan al suelo; tal sucede con las plantas llamadas *calcícolas* (alfalfa, esparceta, tréboles, etc.), que son casi exclusivamente propias de los terrenos calcáreos, y que gracias á la adición de grandes dosis de abonos calcáreos pueden prosperar en tierras donde antes era imposible su cultivo.

En el grupo de los abonos calcáreos se incluyen la *cal*, las *margas calizas*, los *escombros*, las *calizas* y *arenas conchíferas*, el *polvo de carreteras* y todas las sustancias que sirven para introducir en las tierras el elemento calcáreo.

**Cal.**—La práctica agrícola que tiene por objeto mezclar la cal á las tierras de cultivo recibe el nombre de *encalado*.

La *cal* ú *óxido de calcio* es el resultado de la calcinación del carbonato de la misma base. Quiere esto decir, que se obtiene la cal sometiendo á la acción del calor, en hornos apropiados, las piedras llamadas *calizas* ó *calcáreas*; el ácido carbónico se desprende y queda la *cal viva* ó *cáustica*, desprovista, también por la cocción, del agua que contenía la piedra calcárea. La calcinación tiene, pues, por efecto expulsar de la piedra caliza toda el agua de que estaba impregnada y todo el ácido carbónico que se hallaba combinado á la cal.

La cal, según sale de los hornos, ó sea la cal viva, es anhidra y muy dura. Por la influencia de la humedad, se hidrata rápidamente, es decir, que absorbe el agua con gran rapidez, calentándose mucho, aumentando considerablemente de volumen y reduciéndose á polvo extremadamente fino, que permite su difusión por el suelo; cuando la cal viva ha sufrido estas transformaciones se dice que se ha convertido en *cal apagada*. La cal ejerce siempre su acción en estado de cal apagada, porque, aunque se aplique la cal viva, se apaga rápidamente, por la influencia de la humedad. Los efectos que vamos á señalar se refieren, pues, en realidad á la cal apagada, aun cuando sea la cal viva la que se ha introducido en el suelo.

Como las piedras calcáreas están más ó menos mezcladas de sílice, arcilla, magnesia, etc., suministran calces de diferentes cualidades, cuyo empleo en agricultura no es indiferente, porque no obran todas de la misma manera en el suelo. En realidad hay tantas clases de cal como variedades mineralógicas de piedras calcáreas; en la imposibilidad de enumerarlas todas, indicaremos las cuatro principales:

1.<sup>a</sup> *Cal grasa* ó pura. Es blanca; se desagrega fácilmente en el agua y aumenta mucho de volumen al apagarse. Tratada por el ácido clorhídrico diluído en agua se disuelve casi completamente sin efervescencia; evaporada la disolución hasta la sequedad y vuelta á tratar por el agua no deja residuo, ó cuando más el 10 por 100.

2.<sup>a</sup> *Cal magra* ó silíceo. De color gris ó ligeramente leonado; se desagrega más difícilmente que la anterior y aumenta poco de volumen al apagarse. Tratada por el ácido clorhídrico diluído deja

un residuo más ó menos abundante de arena silíceo fácilmente reconocible al tacto por su aspereza y dureza. Se emplea en mayor proporción que la cal grasa.

3.<sup>a</sup> *Cal hidráulica* ó arcillosa. Es más ó menos amarilla, según la cantidad de arcilla que contiene; se desagrega difícilmente y aumenta poco de volumen al apagarse. Tratada por el ácido clorhídrico diluido deja siempre un residuo más ó menos abundante; evaporado el líquido hasta la sequedad da un residuo que, tratado por el agua, deja de 10 á 25 y hasta 30 por 100 de arcilla insoluble.

4.<sup>a</sup> *Cal magnesífera*. Es de color gris ó leonado y tiene los mismos caracteres que la cal *magra*. Se disuelve casi completamente en el ácido clorhídrico, y tratada la disolución por un poco de amoníaco se obtiene un precipitado en forma de copos blancos, tanto más abundante cuanto más considerable sea la proporción de magnesia. Esta cal obra de una manera muy activa y hay que emplearla con cuidado, porque si se aplica en grandes dosis sin que sigan abonos en abundancia esquilma el suelo como todas las cales, pero en mayor grado que las demás.

De estas cuatro clases de cal las dos primeras son las más usadas; la tercera corresponde al grupo de las margas y la cuarta escasea y su uso es poco ventajoso.

Por lo expuesto se comprende que la naturaleza de la cal que se ha de emplear tiene gran importancia en agricultura; conviene, por tanto, saber analizarla. Berthier ha indicado un método de análisis muy sencillo, suficientemente exacto para las necesidades agrícolas. St. Meunier lo describe de la siguiente manera en su obra *La terre végétale*:

La piedra calcárea reducida á polvo se tamiza. Se diluyen 10 gramos en un poco de agua; después se añade poco á poco, agitando sin cesar el líquido, ácido acético, ó en su defecto, ácido nítrico ó clorhídrico convenientemente diluido. Se deja de añadir el ácido cuando la magnesia no hace ya efervescencia. Se evapora á un calor suave hasta la consistencia un poco espesa para desembarazarse de la mayor parte del ácido empleado en exceso. Se diluye en medio litro de agua, se filtra para reunir y lavar la arcilla, que se pesa cuando se ha desecado al aire, se la calcina al rojo en un crisol, se la pesa de nuevo y la pérdida que ha sufrido por la calcinación representa el agua que se hallaba combi-

nada. En el líquido filtrado se vierte agua de cal en tanto que se forma un precipitado; se filtra lo más rápidamente posible y se lava el depósito retenido sobre el papel con agua destilada ó de lluvia. Este precipitado es la magnesia mezclada á los óxidos de hierro y de manganeso, si los contiene la piedra examinada; se calcina al rojo y se pesa. Después se toman otros 5 gramos de la piedra calcárea, se calcinan al calor blanco en un crisol de platino y se determina el peso del residuo; lo que falta corresponde al ácido carbónico y á la humedad desprendidos por la acción del fuego. Como se ha operado sólo con 5 gramos, para conocer la cantidad de cal no habrá más que restar del doble de este peso el de la arcilla dosada directamente.

Al comprar la cal se debe tener muy en cuenta la facilidad con que se pulveriza. Las cales que se reducen espontáneamente á polvo impalpable son las preferibles y las que hay que emplear en menor cantidad para obtener útiles resultados. La cal grasa es la que ofrece en mayor grado esta cualidad; por eso es la más apreciada en agricultura. Conviene que la cal sea de fabricación reciente, porque de lo contrario está más ó menos carbonatada y es, por consiguiente, menos activa. Se debe comprar la cal al peso y no por hectolitros, porque según la pureza de la cal y el grado de cocción y según que esté en fragmentos ó humedecida ó más ó menos apretada, el peso del hectolitro puede variar de 60 á 100 kilogramos. El peso medio del hectolitro es de 75 kilogramos.

La acción de la cal como materia fertilizante es múltiple: obra por sí misma sobre la vegetación, y además, sobre los elementos del suelo. Su acción sobre estos elementos es compleja, puesto que se ejerce sobre las materias orgánicas, así como sobre las materias minerales, y contribuye á la vez á modificar la constitución química y la naturaleza física de las tierras.

La cal viva desagrega primero y descompone después las materias orgánicas del suelo, transformando en amoníaco el nitrógeno contenido en estas materias. La cal, pues, transforma en asimilables los materiales orgánicos existentes en el suelo.

Puesto que la cal desorganiza con tanta facilidad las materias vegetales, el encalado debe producir buenos efectos en las tierras recién roturadas, donde existen gran cantidad de hojas, raíces y otros restos orgánicos, y en general en todos los suelos ricos en

sustancias vegetales ó en malas hierbas que convenga descomponer en provecho de las cosechas.

La cal, además de acelerar la descomposición de la materia orgánica, neutraliza la acidez del *mantillo* que se produce por esta descomposición. Así se explican los buenos efectos de la cal en las tierras recién roturadas, ricas en mantillo, y en las tierras de brezo y turbosas, cuya acidez neutraliza al mismo tiempo que favorece la destrucción de la materia orgánica que se halla en exceso.

La acción de la cal sobre los elementos minerales del suelo no es menos importante. Según Liebig, la cal acelera la desagregación de los silicatos aluminosos y alcalinos diseminados en las tierras labrantías en forma de arcilla, de mica, de feldspato y de otros restos de rocas cristalinas, poniendo á disposición de las raíces principios alcalinos necesarios para la vegetación.

Según las experiencias de Fuchs y Kulmann, es cierto que cuando la cal viva permanece bajo la influencia de la humedad en contacto con la arcilla durante un tiempo suficientemente prolongado se combina con sus elementos haciéndola soluble y poniendo en libertad no solamente la sílice gelatinosa ó soluble, sino también los álcalis (potasa y sosa) que esta arcilla contenía al estado de silicatos. La cal viva, atacando los silicatos aluminosos y alcalinos repartidos por las tierras arables contribuye, pues, á poner á disposición de la planta, en condiciones de ser asimilados, la sílice y los álcalis necesarios para su desenvolvimiento.

La cal satura el ácido fosfórico libre de los superfosfatos, que de otra manera corroería y destruiría los delicados tejidos de las raíces jóvenes.

Además de su acción química, la cal desempeña un papel importante modificando las propiedades físicas de las tierras. La cal absorbe la humedad y, coagulando la arcilla, da soltura y permeabilidad á los suelos compactos; por eso es conveniente emplearla en las tierras arcillosas, húmedas y frías de las comarcas lluviosas.

La cal destruye un número considerable de gérmenes de insectos y de plantas perjudiciales.

De una manera general se puede decir que los suelos á quienes debe aplicarse la cal son: 1.º, todos aquellos en que escasee el

elemento calcáreo; 2.º, las tierras recién roturadas, ricas en mantillo, y las de brezo y turbosas, cuya acidez neutraliza, al mismo tiempo que favorece la descomposición de la materia orgánica en exceso; 3.º, las tierras arcillosas, húmedas y frías de las comarcas lluviosas, en las cuales la cal, además de absorber la humedad, disocia los elementos, dando soltura y permeabilidad al terreno.

El modo de usar la cal es variable. Algunos la colocan en montones que esparcen cuando por la acción de la humedad atmosférica se ha reducido á polvo, eligiendo para ello días nubosos y templados. Este procedimiento ofrece, entre otros, el inconveniente de que la cal por esta larga exposición al aire se carbonata y obra con menos eficacia.

Más ventajoso es depositarla directamente sobre la misma tierra en pequeños montones de 100 á 150 kilogramos, que se recubren de una capa de tierra y se abandonan á sí mismos, pero teniendo cuidado de tapar con tierra las grietas que se producen en la superficie. Al cabo de algunos días ó de algunas semanas, según la calidad, la estación y el tiempo que reina, la cal está bien pulverizada. Se mezcla la cal con la tierra que la recubre y se reparte lo más uniformemente posible en tiempo seco y con aire tranquilo; conviene evitar que la lluvia moje el polvo de cal repartido por el campo, porque entonces la materia se aglomera en grumos de difícil división y se distribuye irregularmente por la capa arable. Si al repartir la mezcla se encuentran terrones de cal no pulverizados, se recogen y se riegan con agua para que se reduzcan á polvo.

Otro medio de encalar las tierras consiste en preparar un compuesto con la cal asociada á tierras de buena calidad, restos de vegetales, polvo de huesos y cenizas, ó en lugar de éstas sales potásicas de Stassfurt. Se emplea la cal para estos compuestos en la proporción de una parte por otra de materias orgánicas. Hay que cuidar de formar capas ó estratificaciones alternativas, disponiendo las cosas de manera que la capa inferior y la superior sean exclusivamente compuestas de las materias orgánicas más difícilmente descomponibles. La cal incorporada al montón del compuesto ocasiona un aumento de volumen que origina grietas que conviene tapar. Se remueve el montón cada quince días, teniendo siempre cuidado de cubrirlo de tierra. Al cabo de

dos ó tres meses, cuando la sustancia orgánica se halle en un estado de descomposición muy avanzada, se emplea.

Cualquiera que sea el medio empleado para incorporar la cal al suelo, para que esta incorporación sea completa, después de repetirla se debe practicar una buena labor de grada y algún tiempo después una ligera labor acaba de mezclarla á la tierra.

La mezcla de la cal con los abonos amoniacales da lugar á pérdidas importantes á consecuencia del desprendimiento del amoniaco al estado volátil.

Tampoco es prudente aplicar al mismo tiempo la cal y los abonos fosfatados. En una tierra no encalada, los fosfatos naturales son más fácilmente difundidos y utilizados, porque la materia orgánica puede ejercer sobre ellos una acción disolvente rápida, que no se manifiesta cuando la materia orgánica se encuentra saturada por la cal; el empleo de los fosfatos naturales debe, pues, preceder al encalado. Los superfosfatos, cuyo ácido fosfórico se halla en su mayor parte al estado soluble, en contacto con la cal se transforman en fosfatos insolubles, perdiendo la propiedad de difundirse fácilmente por el suelo; cuando haya necesidad de aplicar los dos abonos para un cultivo de primavera, conviene encalar en otoño y repartir el superfosfato después del invierno.

Teniendo en cuenta el poder desorganizador de la cal, se la hace entrar en una porción de compuestos fertilizantes, con toda clase de restos vegetales que se quiere convertir en abonos activos; estas diversas sustancias se introducen en el compuesto mezcladas con tierra. La gran masa de tierra que envuelve y recubre la mezcla de cal y de materia orgánica impide el desprendimiento del amoniaco, absorbiéndolo y nitrificándolo rápidamente. Pero cuando se mezcla directamente la cal viva ó apagada con la materia orgánica, sin mezcla de tierra, el amoniaco se desprende y se pierde para la vegetación; por eso no conviene mezclar la cal con los estiércoles. Cuando haya que aplicar á una tierra la cal y el estiércol, se comenzará por encalarla, y después se entierra el abono orgánico: la aplicación simultánea de la cal y del estiércol da por resultado el desprendimiento del amoniaco, á causa de la rápida descomposición de la materia orgánica. Esta pérdida del amoniaco es de temer especialmente en las tierras ligeras y poco absorbentes.

El otoño es la estación favorable para la aplicación de la cal. Cuando se encala en primavera, es necesario proceder á la operación tan pronto como el suelo esté suficientemente desecado. Cualquiera que sea la época, conviene enterrar la cal quince días ó tres semanas antes de la siembra ó de la plantación, para que tenga tiempo de carbonatarse y pierda su causticidad.

La cantidad de cal que se debe aplicar por hectárea es muy variable; depende de la naturaleza de las tierras, de la calidad de la cal y de la frecuencia del encalado. En Inglaterra se emplea por hectárea, para un período de diez á veinte años, 500 hectolitros en las tierras muy turbosas, 200 en las tierras arcillosas y 150 en los suelos ligeros. En Alemania se encala cada cuatro años á razón de 15 á 20 hectolitros por hectárea. En Francia, la dosis más usada es de 40 á 60 hectolitros cada seis ú ocho años, por término medio 5 ó 6 hectolitros por hectárea y por año. En nuestro país se emplea bastante menos cantidad.

Por término medio puede decirse que la cantidad de cal que debe emplearse por hectárea y por año es de 4 hectolitros; advirtiéndose que el encalado débil pero repetido con frecuencia, de seis en seis años, por ejemplo, es preferible á aplicar de una vez grandes cantidades. La introducción en el suelo de una dosis exagerada de cal le da un grado de mullimiento excesivo, y estimula su actividad de tal manera que se empobrece y esquilma muy pronto.

No hay inconveniente en aumentar la dosis en las tierras fuertes, en los suelos ricos en materia orgánica, y sobre todo en los terrenos húmiferos y pobres en cal.

No se debe encalar las tierras pobres; sólo en los suelos que poseen elementos asimilables en reserva ó muy bien abonados es ventajoso el empleo de la cal. De todos modos, importa no exagerar el encalado, sobre todo si no se dispone de abonos apropiados para sostener la fertilidad del suelo. Los abonos orgánicos, y sobre todo el estiércol, son los que convienen á las tierras empobrecidas por la cal; estos abonos restituyen, además de los principios fertilizantes, el humus, cuyo papel es tan importante.

Es irracional la aplicación de grandes dosis de cal bajo el pretexto de renovar la operación con menos frecuencia. El empleo de cantidades muy considerables obliga á anticipos importantes de capital. Por otra parte, las cantidades de cal arrastradas á las

profundidades por las aguas serán mayores. Por su causticidad, la cal en exceso puede perjudicar á las plantas, además de que da lugar á una descomposición muy activa del humus, que hace volver á la tierra á un estado muy exclusivamente mineral. Las grandes dosis de cal convierten el suelo en un medio demasiado alcalino que paraliza por completo el trabajo de los fermentos de la nitrificación. Más tarde, cuando la cal sea saturada y su causticidad desaparezca, la nitrificación será seguramente muy activa por la gran cantidad de amoniaco producido á consecuencia de la mucha materia orgánica descompuesta, y el ácido nítrico ofrecido á la vegetación excederá las necesidades de las cosechas, y la parte no aprovechada correrá riesgo de perderse. De modo que habremos quitado al suelo una suma de riquezas superior á la verdaderamente útil, con perjuicio de las cosechas siguientes. Al empobrecimiento del suelo ocasionado por los productos obtenidos acompaña, pues, un verdadero derroche de elementos nutritivos.

El encalado no dispensa del empleo de los abonos, por el contrario, como la aplicación de la cal aumenta la potencia productiva de la tierra y determina, por consiguiente, una absorción mayor de principios fertilizantes, el encalado empobrece la tierra tanto más rápidamente cuanto menos rica sea la tierra y más acentuados hayan sido los efectos del encalado en la producción de las cosechas. Los propietarios previsores prohíben á sus colonos el uso de la cal en los últimos años del arriendo, para prevenir los abusos y evitar el esquilamiento del suelo por el excesivo empleo de la cal.

La cal ejerce con frecuencia una acción muy favorable sobre todas las plantas cultivadas, que se manifiesta especialmente cuando el elemento calcáreo falta en el suelo ó no existe en la proporción conveniente. La aplicación de la cal modifica profundamente la vegetación de las proderas naturales: hace desaparecer rápidamente las especies de escaso valor alimenticio (juncos y carex, que predominan en las partes húmedas, brezos, retamas y aulagas, que abundan en las partes secas) á las cuales reemplazan las buenas gramíneas y leguminosas, adquiriendo los forrajes cualidades muy superiores. El cultivo de las patatas es imposible en las tierras fuertes y en las arcillas húmedas sin el concurso del encalado; esta operación aumenta no solamente el

rendimiento, sino también la calidad. Las leguminosas cultivadas por sus granos (guisantes, habas, habichuelas, etc.) y las leguminosas forrajeras (trébol, esparceta, alfalfa) dan resultados sorprendentes por la influencia del encalado aplicado á las tierras que carecen de caliza. La cal, según Voelcker, mejora considerablemente la calidad de los nabos. En ciertas tierras graníticas de Francia, que antes de ser encaladas no producían más que centeno y alforjón, después de la aplicación de la cal se obtienen 18 hectolitros de trigo; el trébol, el ray-gras, la patata y la pataca permiten alimentar ganado abundante. En otras tierras no calcáreas de Francia, donde se recolectaba 15 hectolitros de centeno, seguidos de 10 hectolitros de alforjón, y de barbecho después, el empleo de la cal ha permitido reemplazar el barbecho por el trébol y el centeno y el alforjón por el trigo y la avena. Otros muchos ejemplos se podrían citar para demostrar la beneficiosa influencia que en muchos casos ejerce la cal sobre las cosechas.

La cal introducida en el suelo mediante el encalado puede persistir durante cierto tiempo en estado de cal cáustica, pero bien pronto el ácido carbónico que se produce á su alrededor ó el que existe en el aire la transforma en carbonato. Pero este carbonato regenerado tiene sobre la caliza ordinaria la ventaja física de hallarse en forma de polvo fino, y por tanto en estado de división incomparablemente más grande que el de las calizas pulverizadas por los medios mecánicos más enérgicos, y, además, esta gran división se obtiene casi sin gastos. Este estado pulverulento, además de hacerla más fácilmente asimilable, permite una repartición más uniforme por el suelo y aumenta así la eficacia de su acción.

De modo que, aunque en principio se trata de la cal viva, en definitiva es realmente el carbonato de cal extremadamente dividido el que se introduce en el suelo, y los efectos enérgicos y especiales que hemos señalado no se hacen sentir de una manera apreciable más allá del primer año.

Al estado de carbonato, la cal puede desempeñar en el suelo tres funciones principales:

1.<sup>a</sup> Disuelta en el agua, á favor de una pequeña cantidad de ácido carbónico, puede ser absorbida por las raíces y contribuir directamente á la nutrición de la planta.

2.º Neutraliza la acidez de ciertos suelos, permitiendo cultivar en ellos las plantas más delicadas.

3.º En presencia de las materias orgánicas nitrogenadas en camino de descomposición, puede facilitar la producción de nitratos, cuya eficacia sobre la vegetación está bien demostrada.

**Marga.**—Con el nombre de *margas* se designan todas las mezclas naturales de arcilla y de caliza que poseen la propiedad característica de reducirse á polvo por la acción del aire. Se encuentran ordinariamente en la parte superior de los terrenos de sedimento en capas más ó menos espesas y á profundidades variables. La marga es untuosa al tacto; se pega á la lengua cuando está seca, como la arcilla; y, como la caliza, desprende ácido carbónico haciendo efervescencia cuando se la humedece con ácido clorhídrico.

Según las proporciones de arcilla y de caliza, y á veces de arena, que constituyen la marga, se distinguen las variedades siguientes:

1.º La *marga caliza*, que contiene más de 50 por 100 de carbonato de cal; se reduce á polvo con facilidad; es la más activa de todas; sirve para enmendar las tierras pobres en caliza, las arcillosas, cuya cohesión disminuye, y las húmedas en exceso.

2.º La *marga arcillosa*, que contiene de 50 á 75 por 100 de arcilla; se reduce á polvo con lentitud; conviene para enmendar las tierras ligeras, principalmente las de naturaleza arenosa, á las cuales da consistencia.

3.º La *marga silícea*, que contiene de 25 á 75 por 100 de arena silícea y 10 á 50 por 100 de caliza; es muy friable; se emplea para disminuir la cohesión de las tierras fuertes, de naturaleza arcillosa ó cretácea.

4.º La *marga magnésiana*, que contiene de 5 á 30 por 100 de carbonato de magnesia.

5.º La *marga yesosa*, que contiene de 5 á 10 por 100 de yeso; se emplea con preferencia en los prados artificiales.

6.º La *marga fosfatada*.

7.º La *marga húmifera*.

La parte realmente útil de la marga es el carbonato de cal que contiene; de modo que la riqueza de la marga, agricolamente considerada, está en razón directa del predominio de la caliza sobre la arcilla, puesto que su actividad sobre la vegetación de-

pende sobre todo, como hemos dicho, del carbonato de cal. Por eso, aunque todas las margas se aplican como abonos, para sustituir ventajosamente á la cal la más útil de todas es la *marga caliza*.

El empleo de la marga, como el de la cal, tiene por objeto introducir en el suelo el elemento calcáreo cuando éste falta ó no se halla en la proporción conveniente. La práctica agrícola que consiste en aplicar la marga á las tierras de cultivo se designa con el nombre de *margado*.

Se comprende por lo que acabamos de decir que no le es indiferente al agricultor emplear una ú otra clase de marga y que le interesa saber determinar la naturaleza química de esta sustancia. El procedimiento más sencillo para conseguirlo es el siguiente, expuesto por Menault en su obra *Les engrais*.

En un vaso con agua se introducen 10 gramos de la marga, pesados en una balanza de precisión; se vierte suavemente en el vaso ácido clorhídrico. Esta sustancia desprende el ácido carbónico de la caliza y forma con la cal una sal que se disuelve en el líquido. Terminada la efervescencia, se hace pasar el líquido á través de un filtro de papel colocado en un embudo de vidrio. El depósito que permanece sobre el filtro contiene toda la sustancia de la marga menos la caliza, cuyo peso será conocido desde luego si se pesa exactamente este depósito.

Para ello se deja secar el filtro y se le quema en un crisol cerrado. Se pesa ahora el depósito, que queda solo en el fondo del crisol, y restando este peso de los 10 gramos con los cuales se operaba, se conoce por diferencia el peso de la caliza.

Se trata en seguida de determinar el peso de la arcilla. Sabiendo que esta sustancia se compone de alúmina, sílice, óxido de hierro y agua y que la alúmina entra por un tercio en su composición, se resolverá este segundo problema si se llega á determinar el peso de la alúmina. Para esto se hará hervir con ácido sulfúrico en un balón de vidrio el depósito obtenido precedentemente. Al cabo de una hora la alúmina se halla disuelta; entonces se filtra el líquido; se seca y se quema después el filtro; se pesa el depósito. La diferencia entre este segundo depósito y el primero expresa el peso de la alúmina, que triplicado dará el de la arcilla.

El análisis de la marga lleva por consecuencia el del suelo al cual se quiere aplicar.

Es evidente que si un terreno es margoso por sí mismo no es necesario aplicarle la marga, á menos que no sea muy arenoso y se le quiera hacer más compacto con la marga arcillosa.

Cuando se producen espontáneamente las *gatuñas*, *salvias*, *espinos* y *zarzas*, es indicio de encontrarse la marga cerca de la superficie del suelo.

Si tratada una tierra por el ácido nítrico no produce efervescencia es que no contiene carbonato de cal, en cuyo caso le será muy provechosa la aplicación de la marga en cantidad apropiada.

El análisis químico solamente puede determinar de una manera precisa cuáles son los suelos á quienes se debe aplicar la marga. Las tierras á quienes conviene la cal conviene también la marga. Partiendo del principio de que el objeto del margado es restablecer en el suelo la cantidad del elemento calcáreo más favorable para el perfecto desenvolvimiento de la vegetación se admite generalmente que á las tierras que contienen más de 3 por 100 de carbonato de cal no hay necesidad de aplicarles el elemento calcáreo y que las que contienen menos deben ser margadas hasta tanto que lleguen á acusar en su composición dicha proporción de 3 por 100 de caliza.

Cuando se emplea la marga en suelos enteramente privados del elemento calcáreo, las cualidades físicas del suelo cambian al mismo tiempo que su fuerza productora. Adquieren más tenacidad, son menos húmedos en invierno, menos secos en verano y los abonos se descomponen con más rapidez.

En términos generales se pueden margar abundantemente las tierras fuertes y mantillosas, mientras que la dosis debe ser moderada en los suelos arenosos y en las tierras pobres en humus; en este último caso, sobre todo, se marga moderadamente si no se dispone más que de margas silíceas ó calcáreas, mientras que una marga arcillosa puede ser repartida en mayor cantidad.

En términos generales, los efectos del margado tienen mucha analogía con los del encalado; sin embargo, como en la marga la cal está al estado de carbonato, los efectos químicos de la marga son menos enérgicos y más lentos que los de la cal cáustica, mientras que, por el contrario, su acción mecánica es más acentuada, á condición, por supuesto, de que se emplee una marga apropiada á la naturaleza del terreno.

La acción mecánica consiste en que las margas silíceas dan

soltura á las tierras fuertes, mientras que las arcillosas aumentan la tenacidad de los suelos ligeros. Esta acción puramente mecánica de la marga es proporcional á la masa incorporada.

Pero está fuera de duda que la marga ejerce una acción química; la mayor actividad que comunica á la vegetación en los primeros años que siguen á su empleo y el empobrecimiento sucesivo que experimenta el suelo si no se ha tenido cuidado de abonarlo bien prueban claramente que obra químicamente sobre el suelo y fisiológicamente sobre las plantas.

La marga, como la cal, neutraliza los ácidos libres del suelo, que son perjudiciales á la vegetación, por medio de su base alcalina; en esta acción consiste la mejora que con la marga reciben las tierras de brezo, las turbosas y las recién roturadas y cubiertas del mantillo ácido producido por las hojas.

Como la cal viva también, y en virtud de su alcalinidad, favorece la descomposición de la materia orgánica transformándola en productos solubles y fácilmente asimilables.

Y por fin, la marga también, como la cal, proporciona el elemento calcáreo á las plantas obrando como abono mineral.

Como la cal, la marga es una sustancia que se debe utilizar juiciosamente. Hay que evitar el emplearla en altas dosis ó sobre tierras que la contengan suficientemente para no exponerse á graves perjuicios.

La dosis de marga que debe emplearse para un terreno dado depende á la vez de la riqueza del mismo en carbonato de cal, de la riqueza de la marga en esta misma sustancia y de la profundidad de la capa laborable; es evidente que cuanto más profunda sea esta capa, mayor cantidad necesita en igualdad de superficie para llegar á contener en toda su masa la proporción normal de caliza. Siendo  $x$  el número de hectolitros á aplicar por hectárea,  $P$  la profundidad de la labor en centímetros cuadrados,  $C$  la riqueza del suelo en caliza pulverulenta,  $C'$  la riqueza que se desea que tenga con el empleo de la marga y  $Q$  la riqueza de la marga en caliza reducible á polvo,

$$x = \frac{1000 \cdot P \cdot (C' - C)}{Q}$$

Para un suelo arcilloso y con una marga que contenga 80 por 100 de caliza, una hectárea exige próximamente, según los

resultados de la práctica, dice Girardin, 8 hectolitros cada año si ha de conservar el mismo grado de fertilidad, cantidad que debe reducirse á la mitad para los suelos arenosos.

La marga, como la cal, no dispensa del uso de los abonos; por el contrario, cuanto mayores sean las dosis de marga ó de cal aplicadas al suelo, más considerables deben ser las cantidades de abonos que se empleen. Esto se explica fácilmente: la marga y la cal, acelerando la descomposición de la materia orgánica y activando la acción de los abonos, originan al principio cosechas abundantes; pero estas cosechas han debido extraer del suelo una cantidad de elementos nutritivos tanto mayor cuanto más considerables hayan sido los productos obtenidos. Si no se quiere que disminuya la fertilidad de la tierra para las cosechas siguientes, habrá, pues, que añadir al suelo nueva cantidad de abonos que reemplacen las materias fertilizantes absorbidas por los cultivos precedentes. Esta explicación descansa en un principio general que no debe olvidar el agricultor: es necesario dar al suelo una cantidad de abonos tanto mayor cuanto más abundantes sean las cosechas obtenidas ó que se quieran obtener. El empobrecimiento sucesivo de las tierras margadas ó encaladas y no abonadas demuestra la verdad de las consideraciones que acabamos de exponer.

La marga se deposita en el campo antes del invierno, distribuida en pequeños montones colocados á 6 ó 7 metros de distancia en todos sentidos. No se incorpora á la tierra hasta que está completamente pulverizada. Entonces, es decir, en primavera por lo general, se la reparte por toda la superficie lo más uniformemente posible y en tiempo seco; se dan después varios pases de rastra y se concluye de incorporarla al terreno por una labor poco profunda.

La marga puede entrar, como la cal, en muchos compuestos fertilizantes, observando las mismas precauciones.

La marga obra sobre la producción vegetal de la misma manera que la cal; sin embargo, la acción de la marga es un poco menos enérgica y menos rápida. Mientras que el encalado produce desde el primer año de su aplicación sus efectos sobre las cosechas, el margado no los produce hasta casi después del primer año.

La marga produce notables efectos en los cultivos de cereales

y en las praderas. Con esta sustancia se ha llegado á transformar las medianas tierras de centeno en excelentes tierras de trigo; esto se consigue renovando el margado cada quince ó veinte años, porque la acción de la marga, como la de la cal, disminuye gradualmente á medida que el carbonato de cal es absorbido por las cosechas sucesivas.

A la avena y la cebada, sobre todo á la avena, aprovecha muy bien la marga. Lo mismo sucede con las praderas artificiales, especialmente cuando el margado ha sido precedido de abundantes estercoladuras.

Como la cal y la marga producen los mismos efectos y con el uso de las dos se persigue el mismo fin, se ha discutido á cuál de ellas debe darse la preferencia. Puede decirse de una manera general que cuando hay próximo un yacimiento de marga, su empleo es más ventajoso que el de la cal; pero cuanto más distante se encuentre el yacimiento, más aumenta el precio de esta sustancia, gravado por los gastos de transporte, que son más elevados que los de la cal, por la mayor cantidad de sustancia que hay que emplear. De todos modos, se comprende que no se pueden establecer reglas fijas respecto á este asunto; como dice Lecouteux, es éste un problema de economía rural que al agricultor toca resolver y que debe calcular teniendo en cuenta las condiciones en que se halle.

**Escombros ó restos de la demolición de los edificios.**—Estos materiales constituyen uno de los abonos más útiles, por su composición bastante compleja, por la lentitud con que obran y por lo económico de su adquisición. Su valor fertilizante es superior, según Girardin, al de la cal y la marga, debido á que, además del carbonato de cal, contienen sales diversas de cal, magnesia y potasa, nitratos y materias orgánicas. Por la abundancia de sales solubles, y especialmente de nitratos, los escombros ejercen una acción muy marcada sobre la vegetación.

Conviene á las tierras no calizas; son muy beneficiosos en los prados y praderas húmedas no calcáreas, pero que no estén encharcadas ni sean pantanosas, y para el cultivo de los cereales.

Los efectos de este abono duran largo tiempo. Generalmente se emplean triturados en trozos del tamaño de una nuez, repartidos por la superficie del suelo; pero es preferible mezclarlos con tierra y céspedes para formar compuestos fertilizantes; como

todas las sustancias calcáreas, deben ser repartidos sobre tierras no mojadas, y enterrados á poca profundidad y en buen tiempo.

La dosis media es de 200 hectolitros por hectárea, que equivalen á 40 de cal.

Por razones económicas sólo conviene emplearlos cerca de las poblaciones, pues su transporte resulta caro.

**Faluns ó calizas conchíferas.**—Con el nombre de *faluns* se conocen los depósitos marinos, muy ricos en conchas fósiles, que se hallan en los bordes del mar ó en el interior de las tierras. Estos depósitos pertenecen al terreno terciario y se encuentran en el mioceno superior.

Contienen de 60 á 75 por 100 de carbonato de cal, y además arenas, arcilla y fosfatos en cantidad variable. Como están formados esencialmente de caliza, se utilizan en sustitución de la cal y de la marga. Conviene especialmente á las tierras fuertemente arcillosas. Se los reparte en dosis de 10 á 60 metros cúbicos por hectárea, según la naturaleza de las tierras; también se emplean mezclados al estiércol.

**Arenas conchíferas.**—Las arenas de mar, más ó menos finas, mezcladas con partículas de arcillas micáceas y restos de crustáceos, madréporas, conchas, etc., arrastrados, desgastados y triturados por el movimiento incesante de las olas, que concluyen por depositarlos en los puntos en que la mar está ordinariamente en calma, como las bahías poco profundas que se forman en la desembocadura de los ríos, se emplean para el encalado de las tierras fuertes, frías y húmedas. De la misma manera se emplea la arena basta mezclada con gruesos restos de conchas que se encuentra en las costas marítimas. Tanto las unas como las otras se emplean también mezcladas á los abonos animales y vegetales.

Estas arenas no deben ser empleadas inmediatamente después de su extracción, pues la experiencia ha demostrado que en estas circunstancias son perjudiciales á la vegetación. Tampoco deben permanecer mucho tiempo expuestas á las influencias atmosféricas, porque pierden gran parte de su energía.

**El polvo calizo de las carreteras** y demás sustancias que contengan en regular proporción el elemento calcáreo, pueden servir para proporcionar á las tierras el expresado elemento.

V.—*Abonos estimulantes.*

Con el nombre de abonos minerales estimulantes se comprenden las sustancias de naturaleza inorgánica que no sirven *directamente* de alimento á la planta, pero que contribuyen á la alimentación del vegetal poniendo á su disposición, en condiciones de ser absorbidos, materiales nutritivos existentes en el suelo. En este grupo de abonos se deben incluir el *yeso* y la *sal común*.

**Yeso.**—El yeso está constituido por el sulfato de cal hidratado, mezclado con diferentes sustancias térreas que lo impurifican. El sulfato de cal se halla en la naturaleza bajo dos formas mineralógicas bien distintas: la una es anhidra, dura, compacta y poco abundante; la otra es hidratada, cristalizada y blanda. Esta última especie es la que constituye el yeso y la única que se emplea en agricultura; forma extensos depósitos en las capas superiores de los terrenos de sedimento.

El yeso comenzó á usarse como abono desde mediados del siglo pasado, en virtud de las curiosas experiencias de Mayer; su uso está hoy generalizado.

Diversas opiniones se han emitido para explicar la manera de obrar del yeso sobre la vegetación.

Muchos agricultores creen todavía que los buenos efectos del yeso son debidos á que se apodera de la humedad del aire, ó á que favorece la putrefacción de las sustancias orgánicas y la descomposición de los abonos. Estas opiniones son erróneas por completo; el yeso no posee ninguna de estas dos propiedades.

Davy ha supuesto que el yeso era absorbido como un verdadero alimento, penetrando en el interior de los vegetales tal como se encuentra en la naturaleza. Pero si esto fuera cierto, al hacer el análisis de las plantas enyesadas, se debería hallar el ácido sulfúrico y la cal en la proporción en que se encuentran en el yeso. Lejos de ser así, los análisis de Boussingault y de Gasparín demuestran que en las cenizas vegetales la cal predomina extraordinariamente, mientras que el ácido sulfúrico no se encuentra más que en muy débil proporción; y lo que es más curioso, que no hay más ácido sulfúrico en las cenizas de un trébol enyesado que en las de los tréboles sin enyesar.

todas las sustancias calcáreas, deben ser repartidos sobre tierras no mojadas, y enterrados á poca profundidad y en buen tiempo.

La dosis media es de 200 hectolitros por hectárea, que equivalen á 40 de cal.

Por razones económicas sólo conviene emplearlos cerca de las poblaciones, pues su transporte resulta caro.

**Faluns ó calizas conchíferas.**—Con el nombre de *faluns* se conocen los depósitos marinos, muy ricos en conchas fósiles, que se hallan en los bordes del mar ó en el interior de las tierras. Estos depósitos pertenecen al terreno terciario y se encuentran en el mioceno superior.

Contienen de 60 á 75 por 100 de carbonato de cal, y además arenas, arcilla y fosfatos en cantidad variable. Como están formados esencialmente de caliza, se utilizan en sustitución de la cal y de la marga. Conviene especialmente á las tierras fuertemente arcillosas. Se los reparte en dosis de 10 á 60 metros cúbicos por hectárea, según la naturaleza de las tierras; también se emplean mezclados al estiércol.

**Arenas conchíferas.**—Las arenas de mar, más ó menos finas, mezcladas con partículas de arcillas micáceas y restos de crustáceos, madréporas, conchas, etc., arrastrados, desgastados y triturados por el movimiento incesante de las olas, que concluyen por depositarlos en los puntos en que la mar está ordinariamente en calma, como las bahías poco profundas que se forman en la desembocadura de los ríos, se emplean para el encalado de las tierras fuertes, frías y húmedas. De la misma manera se emplea la arena basta mezclada con gruesos restos de conchas que se encuentra en las costas marítimas. Tanto las unas como las otras se emplean también mezcladas á los abonos animales y vegetales.

Estas arenas no deben ser empleadas inmediatamente después de su extracción, pues la experiencia ha demostrado que en estas circunstancias son perjudiciales á la vegetación. Tampoco deben permanecer mucho tiempo expuestas á las influencias atmosféricas, porque pierden gran parte de su energía.

**El polvo calizo de las carreteras** y demás sustancias que contengan en regular proporción el elemento calcáreo, pueden servir para proporcionar á las tierras el expresado elemento.

V.—*Abonos estimulantes.*

Con el nombre de abonos minerales estimulantes se comprenden las sustancias de naturaleza inorgánica que no sirven *directamente* de alimento á la planta, pero que contribuyen á la alimentación del vegetal poniendo á su disposición, en condiciones de ser absorbidos, materiales nutritivos existentes en el suelo. En este grupo de abonos se deben incluir el *yeso* y la *sal común*.

**Yeso.**—El yeso está constituido por el sulfato de cal hidratado, mezclado con diferentes sustancias térreas que lo impurifican. El sulfato de cal se halla en la naturaleza bajo dos formas mineralógicas bien distintas: la una es anhidra, dura, compacta y poco abundante; la otra es hidratada, cristalizada y blanda. Esta última especie es la que constituye el yeso y la única que se emplea en agricultura; forma extensos depósitos en las capas superiores de los terrenos de sedimento.

El yeso comenzó á usarse como abono desde mediados del siglo pasado, en virtud de las curiosas experiencias de Mayer; su uso está hoy generalizado.

Diversas opiniones se han emitido para explicar la manera de obrar del yeso sobre la vegetación.

Muchos agricultores creen todavía que los buenos efectos del yeso son debidos á que se apodera de la humedad del aire, ó á que favorece la putrefacción de las sustancias orgánicas y la descomposición de los abonos. Estas opiniones son erróneas por completo; el yeso no posee ninguna de estas dos propiedades.

Davy ha supuesto que el yeso era absorbido como un verdadero alimento, penetrando en el interior de los vegetales tal como se encuentra en la naturaleza. Pero si esto fuera cierto, al hacer el análisis de las plantas enyesadas, se debería hallar el ácido sulfúrico y la cal en la proporción en que se encuentran en el yeso. Lejos de ser así, los análisis de Boussingault y de Gasparín demuestran que en las cenizas vegetales la cal predomina extraordinariamente, mientras que el ácido sulfúrico no se encuentra más que en muy débil proporción; y lo que es más curioso, que no hay más ácido sulfúrico en las cenizas de un trébol enyesado que en las de los tréboles sin enyesar.

Liebig había admitido que el yeso fijaba el carbonato de amoníaco de las aguas de lluvia, transformándolo en sulfato de amoníaco, sal mucho menos volátil y que no podría desprenderse cuando el suelo fuera desecado por los fuertes calores. De modo que, según Liebig, el yeso tendría por efecto poner el nitrógeno á disposición de las plantas. Desgraciadamente para esta teoría, las plantas leguminosas, á las cuales aprovecha notablemente el yeso, son casi insensibles á la acción de los abonos nitrogenados; mientras que, por otra parte, el empleo del yeso no resulta beneficioso para los cereales y otros cultivos á los que convienen los abonos nitrogenados.

El Dr. Sacc pretende destruir esta objeción. Según él, la acción útil del yeso sobre ciertas plantas, tales como la alfalfa y el trébol, mientras que es nula sobre casi todas las otras, depende de la diferente manera como las plantas dan sombra al suelo. Aquellas cuyas hojas cubren la tierra, mantienen la humedad, y en estas condiciones, el sulfato cálcico transforma el carbonato de amoníaco que se desprende de los abonos en sulfato de amoníaco, que es retenido por el suelo y utilizado por las plantas. Cuando las hojas no cubren el suelo para impedir que se deseque, el yeso no retiene el carbonato amónico, que se escapa y se pierde en el aire; entonces el yeso no tiene ninguna acción, como sucede en los cereales y otras plantas semejantes. Lo que parece probar, dice el Dr. Sacc, que la acción del yeso es realmente debida á que retiene el amoníaco del suelo, es que se obtiene el mismo efecto sustituyendo el sulfato de cal por el ferroso, ó por el ácido sulfúrico muy diluído en agua.

Boussingault cree que el yeso obra principalmente por la cal que contiene; pero esto no es creíble, porque el yeso produce buenos efectos sobre los terrenos calcáreos.

Según Kuhlmann, el yeso se descompone por la influencia de las materias orgánicas del suelo, á las cuales cede su oxígeno para que se transformen en nitratos; el sulfuro de calcio procedente de esta reducción no tarda en absorber el oxígeno del aire para volver á pasar al estado de sulfato, que será otra vez descompuesto, y así sucesivamente; de modo que el yeso sería el agente intermediario de la nitrificación. Las experiencias de Dehérain han probado que esta explicación del papel del yeso no tiene fundamento, puesto que no hay ninguna traza de ácido ní-

trico formado bajo la influencia del enyesado. Esta operación no favorece tampoco la formación del amoníaco, según el mismo químico. Por otra parte, si el yeso favoreciese la nitrificación, obraría mejor sobre los cereales que sobre las leguminosas.

Otros químicos dicen que el yeso es necesario, porque, descompuesto por las materias orgánicas del suelo y reducido al estado de sulfuro de calcio, da lugar, por la reacción del ácido carbónico del aire, á un desprendimiento de hidrógeno sulfurado que las plantas absorben, y descompuesto en los tejidos vegetales suministra el azufre necesario para la producción de la *legumina*, materia albuminóidea de las leguminosas. Esta absorción directa de hidrógeno sulfurado parece poco probable, porque este compuesto, sea al estado gaseoso, sea en disolución, ejerce una marcada acción tóxica sobre la raíz y las hojas, y lo mismo sucede con un sulfuro alcalino disuelto. Además, si la legumina contiene azufre, también le contiene casi en la misma proporción el *gluten* de los cereales, y en este caso no se explicaría la diferencia de acción del yeso sobre las plantas que producen estos dos principios inmediatos casi igualmente sulfurados.

Ninguna de las opiniones que acabamos de exponer explica, como se ve, satisfactoriamente la acción del yeso sobre la vegetación. En este estado se hallaba la cuestión cuando Dehérain comenzó, en 1863, una serie de investigaciones que condujeron á la verdadera solución del problema, á saber: que el yeso favorece la difusión de la potasa en las tierras de cultivo.

Se sabe, en efecto, que los abonos potásicos obran muy favorablemente sobre las leguminosas, á las cuales favorece notablemente también el empleo del yeso.

De las experiencias de Dehérain 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 la potasa á diversas materias absorbentes, como la alúmina lavada y secada al aire, y el kaolín, se puede extraer esta potasa por medio del yeso.

Estos resultados, tan claros que no dejan lugar á duda, dice Dehérain, permiten afirmar que uno de los efectos que el yeso ejerce sobre la tierra arable es movilizar la potasa, impidiendo que sea absorbida por las materias arcillosas.

El yeso transforma los carbonatos contenidos en el suelo en sulfatos más difusibles. El suelo cultivado contiene siempre cierta proporción de amoníaco, probablemente al estado de carbonato, porque éste es el producto que dan las materias orgánicas nitrogenadas al descomponerse en el suelo antes de unirse á las materias carbonadas para formar los productos húmicos; por otra parte, es muy verosímil que la potasa soluble que se encuentra en la tierra arable se halle también al estado de carbonato, puesto que el ácido carbónico es uno de los agentes más eficaces de la descomposición de los feldspatos. Si se mezcla á estos carbonatos el sulfato de cal se convierten en sulfatos, porque es sabido que siempre que dos sales se ponen en contacto se descomponen mutuamente, sobre todo cuando pueden dar lugar, por el cambio de las bases y de los ácidos, á compuestos que ofrezcan propiedades físicas distintas de las que presentaban los cuerpos primitivamente puestos en contacto. Y como el carbonato de cal que puede resultar de esta descomposición es insoluble, propiedad que no ofrecía ninguna de las sales puestas en contacto, resulta que la insolubilidad del carbonato de cal será, pues, una de las causas de esta descomposición.

¿No será debida á esta descomposición, á esta transformación de los carbonatos en sulfatos, la mayor movilidad en que se encuentran las bases en un suelo enyesado? Y si es cierto que se puede extraer de un suelo enyesado mayor cantidad de potasa y de amoníaco que de un suelo normal, ¿no puede ser esto debido á la diferente intensidad con que las arcillas retienen los sulfatos y los carbonatos?

En efecto, el carbonato de potasa es retenido por la tierra arable y por el kaolín mucho más enérgicamente que el sulfato.

La movilización del amoníaco por la influencia del yeso es debida á la misma causa: el sulfato de amoníaco es retenido mucho menos enérgicamente que el carbonato por la tierra arable y por las sustancias arcillosas como el kaolín.

Luego la transformación de los carbonatos de amoníaco y de potasa en sulfatos por la acción del yeso parece 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 enyesado mayor cantidad de potasa y de amoníaco que de un suelo normal.

El yeso, pues, favorece, como dice Dehérain, la difusión de la potasa y del amoníaco en las tierras de cultivo.

Ahora bien: se sabe que en gran número de tierras arables existe el nitrógeno orgánico hasta la profundidad de un metro y á veces de 1<sup>m</sup>,80. Se sabe, además, que la cantidad de nitrógeno es más débil á cierta profundidad que en la superficie, y se ha demostrado que la potasa llega difícilmente á las capas profundas, porque retenida por las capas superficiales, es en ellas puesta en libertad por la acción incesante del ácido carbónico formado por la combinación del oxígeno atmosférico con las materias carbonadas del suelo. Este ácido carbónico arranca poco á poco la potasa á las arcillas.

Se comprende que mientras se cultiven plantas cuyas raíces permanezcan en las capas superficiales, como los cereales, importa poco que la potasa y el amoníaco sean retenidos en dichas capas superficiales por las propiedades absorbentes de las tierras; pero no sucede lo mismo cuando se trata del cultivo de las leguminosas, cuyas raíces se introducen más allá de la capa arable ordinaria. Estas plantas podrán prosperar en los terrenos arenosos, donde los principios nutritivos de los abonos no serán retenidos en las capas superficiales; pero no así en las tierras arcillosas, á no ser que se haga intervenir el yeso para que los álcalis puedan sustraerse á las propiedades absorbentes de la arcilla, se difundan por el suelo y puedan llegar hasta las raíces profundamente introducidas.

El yeso parece, pues, tener sobre la tierra arable, concluye Dehérain, una acción completamente determinada y especial: tiene por objeto hacer pasar los álcalis de la capa superficial, donde son ordinariamente retenidos, á las capas profundas, donde las raíces de las leguminosas van á buscar sus alimentos.

Aunque ésta es la opinión más generalmente admitida, Müntz y Girard, en su obra *Les engrais*, creen que la acción predominante del yeso es la de los abonos propiamente dichos (*abonos normales*), que consiste en aportar al suelo sustancias que éste no contiene en cantidad suficiente para las necesidades de las cosechas. El yeso podría colocarse al lado del fosfato de cal; como este último, el yeso aporta dos elementos, el ácido sulfúrico y la cal, que son necesarios á la vegetación, y se puede admitir que los dos concurren al aumento de las cosechas; pero es probable

que predomine tanto la acción de la cal como la del ácido sulfúrico, según cuál de estos dos elementos falte en el suelo y según las necesidades de la vegetación.

Considerado únicamente como abono á base de cal, se puede colocar el yeso, según Müntz y Girard, entre los abonos calcáreos más eficaces, pues es sabido que se difunde rápidamente por el suelo en virtud de su solubilidad, y que se encuentra por consiguiente en las mejores condiciones de asimilabilidad para las raíces de las plantas. Pero el yeso no puede sustituir á los demás abonos calcáreos (cal y marga), pues además de la diferencia de precio, hay una consideración más importante que se opone á esta sustitución. El yeso, aunque contiene cal, no obra como los verdaderos abonos calcáreos; es cierto que el yeso aporta la cal al suelo, pero, según hemos visto, los abonos calcáreos obran sobre todo produciendo el humato de cal, saturando las tierras ácidas, permitiendo la descomposición y la nitrificación de las materias orgánicas y aumentando el poder absorbente del suelo. Ninguna de estas importantes funciones desempeña el yeso, el cual no puede, pues, ser asimilado á los abonos calcáreos; la cal que el yeso contiene obra solamente de una manera directa como alimento del vegetal.

El yeso, dicen Müntz y Girard, no es exclusivamente un abono calcáreo; obra también por el ácido sulfúrico. Si hay muchas tierras que carecen de cal, hay también muchas que carecen de ácido sulfúrico; siendo el azufre uno de los elementos de las plantas, y pudiendo ser considerado como indispensable á la producción vegetal, el yeso, por lo menos en muchos casos, debe al azufre su actividad.

Según se ve, la teoría del enyesado no está definitivamente establecida, y las reglas de empleo del yeso no pueden fundarse en razonamientos tan rigurosos como los que se aplican á los abonos estudiados precedentemente.

El yeso puede aplicarse crudo ó cocido. Tal como se extrae de las canteras, el yeso pulverizado constituye el *yeso crudo*. La cocción tiene por objeto hacerle perder la mitad próximamente de su agua de cristalización; para esto se le somete á una temperatura de 115 grados. Más allá de esta temperatura perdería toda el agua, y tendría entonces propiedades muy diferentes.

En ambos casos se usa el yeso pulverizado, y sus efectos son

casi iguales, porque si bien se ha observado que el crudo los produce algo mejores y es más económico, pues evita los gastos de calcinación, en cambio se reduce á polve con más dificultad. Generalmente se utiliza cocido.

Los yesos cocidos y en polvo del comercio suelen ser falsificados con creta, marga, polvo de cal, arena fina, arcilla y principalmente con los residuos del yeso crudo, que los fabricantes de yeso cocido no saben en qué emplear. Este último fraude es menos perjudicial que los primeros, puesto que siempre se recibe yeso, aunque pagando el crudo al mismo precio que el cocido.

Para no ser engañado conviene comprar el yeso crudo ó cocido, *en trozos*. La pulverización puede hacerse en la granja en la época en que no se sabe en qué ocupar á los obreros. La trituración del yeso crudo es mucho más difícil que la del cocido, pero conviene advertir que no hay absoluta necesidad de reducir el yeso crudo á polvo excesivamente fino.

Cuando se compra yeso cocido en polvo se puede, por algunos ensayos, asegurarse de no haber sido defraudado. El yeso bueno no hace efervescencia, ó hace muy poca, con los ácidos; no tiene sabor alcalino; no enverdece el jarabe de violetas; no deja por la levigación más que trazas de arena, y se disuelve casi totalmente en el ácido clorhídrico débil. El residuo que deja, sometido á la acción de este ácido, es arcilla y arena.

No debe, sin embargo, considerarse falsificado el yeso porque no se disuelva completamente en el agua acidulada, pues los yesos naturales no son químicamente puros; contienen frecuentemente, según su procedencia, de 3 á 15 por 100 de materias extrañas.

El empleo del yeso es sobre todo ventajoso en el cultivo de las leguminosas; sus resultados son mucho menos marcados sobre la colza, la mostaza y la col; casi nulos sobre las raíces, y nulos sobre los cereales. Su influencia es dudosa en los prados húmedos; en cambio, obra útilmente sobre las praderas naturales secas y de suelo profundo, y sobre las artificiales.

Conviene á todos los suelos areno-arcillosos profundos, calientes y ricos en materia orgánica, es decir, á las tierras de trébol. En los arcillosos fríos, húmedos é impermeables y en los arenosos secos no da resultados provechosos; lo mismo sucede en todas las tierras húmedas y en los suelos sometidos á un cultivo aban-

donado. Un cultivo atento y la existencia en el suelo de suficientes elementos nutritivos asimilables son condiciones indispensables para que el yeso ejerza su acción completa.

El enyesado se verifica cuando las plantas están ya desmenuadas para cubrir la tierra y cuando sus hojas están impregnadas de humedad, es decir, por la mañana ó por la tarde. Los enyesados de primavera se consideran más favorables que los verificados en otoño ó durante el invierno. Generalmente se practican á fin de Abril ó principios de Mayo, en el momento en que las plantas van á entrar en el período de desenvolvimiento rápido. También es buena práctica aplicar la mitad al final del invierno, cuando el frío no es excesivo y el suelo contiene bastante humedad, y el resto en la primavera ó en el otoño, cuando la planta esté algún tanto crecida. De todos modos, conviene que el tiempo esté en calma, y á ser posible, cálido y húmedo; las heladas, las lluvias prolongadas y los grandes calores perjudican ó paralizan la acción del yeso. Los suelos secos deben ser enyesados antes que los húmedos y en los climas cálidos y secos debe verificarse el enyesado antes que en los fríos y húmedos.

Se emplea el yeso, por término medio, en dosis de 350 á 400 kilogramos por hectárea. Se indica como proporción el grano empleado en la siembra del trigo. En esta dosis sobre las praderas artificiales puede repetirse todos los años. Las dosis de 600 á 1.000 kilogramos son excepcionales.

El yeso se aplica generalmente sobre las plantas y algunas veces, como veremos al tratar de este abono, sobre el estiércol. También se reparte asociado á las cenizas vegetales, que obran favorablemente sobre las mismas plantas que el yeso.

Las condiciones climatológicas y las intemperies atmosféricas favorecen ó contrarían los efectos del yeso. La acción del yeso es favorecida por la humedad y el calor. Las lluvias poco abundantes, pero frecuentes y cálidas, y los rocíos abundantes aseguran su acción, mientras que la sequía y las grandes lluvias la perjudican.

Parece que el yeso puede ser empleado como abono calizo en las tierras que no contienen carbonato de cal, sobre todo cuando no hay otras enmiendas calcáreas disponibles. Vile emplea el sulfato de cal, por su solubilidad, en sustitución del carbonato de cal en la composición del abono completo.

En las localidades en que el yeso escasea ó vale caro se puede emplear en su lugar el ácido sulfúrico del comercio, dilatado en mil veces su volumen de agua. En contacto con el carbonato de cal, que siempre existe en mayor ó menor proporción en el suelo, el ácido sulfúrico origina al momento sulfato de cal; así se explica que produzca efectos análogos á los del yeso. Su aplicación es más fácil que la de este último, porque puede emplearse mezclado al agua de los riegos y tiene la ventaja de poderse repartir en tiempo seco lo mismo que en tiempo lluvioso.

**Sal común.**—El *cloruro de sodio* ó *sal común* ha sido empleado en agricultura desde muy antiguo, á pesar de lo cual ninguna sustancia ha provocado tantas discusiones entre los agrónomos.

En otro lugar hemos dicho que la sosa no es susceptible de sustituir á la potasa en la nutrición vegetal, y por consiguiente en las fórmulas de abonos. También sabemos que ninguno de los dos elementos constitutivos de la sal común, el cloro y el sodio, son indispensables para el desenvolvimiento de la mayor parte de las plantas, excepción hecha de las que crecen en el mar ó en sus inmediaciones, y podemos añadir que la mayoría de las plantas terrestres perecen en un medio que contenga grandes cantidades de esta sal y que son muy pocas las plantas cultivadas (remolacha, espinaca, caña de azúcar y alguna otra) que contienen en sus cenizas los elementos de la sal común.

Parece, pues, que no hay ninguna necesidad de añadir directamente la sal común al suelo, mucho más teniendo en cuenta que los estiércoles y otros abonos usuales la contienen en cantidad por lo menos equivalente á la que el análisis ha encontrado en algunas cosechas. Por eso seguramente muchos agrónomos ponen en duda la utilidad del empleo de la sal común.

Sin embargo, varios hechos parecen demostrar los buenos efectos de la sal sobre las plantas terrestres, aplicada en proporciones convenientes, y agrónomos distinguidos aconsejan el empleo de esta sustancia en determinadas circunstancias.

De las experiencias de Becquerel parece deducirse que, administrada en dosis de 150 á 300 kilogramos por hectárea, pulverizada ó disuelta en el agua ó mezclada con los estiércoles, produce un aumento de cosecha considerable cuando se trata del cultivo de prados y de algunas plantas industriales, como el algodonero, siempre que el terreno contenga buena cantidad de

arcilla y de carbonato de cal y sea algo húmedo y permeable. De estas mismas experiencias resulta que la sal común perjudica en general á la germinación y que, según las proporciones empleadas, altera ó destruye los embriones.

Kuhlmann concluye de sus ensayos que la sal marina puede ser de gran utilidad para activar la fertilidad de las tierras húmedas y que es inútil ó perjudicial en los terrenos secos ó elevados. También es nula ó desastrosa la acción de la sal en los años secos, sobre todo en dosis considerables.

Veamos cómo explican algunos agrónomos la acción beneficiosa de la sal común.

Peligot se inclina á creer que la sal no obra directamente como abono, puesto que no es absorbida por las plantas, sino que su influencia, cuando es favorable, debe ser atribuida principalmente á las sales magnesianas que la acompañan siempre, teniendo en cuenta que la magnesia es tan necesaria para el desarrollo de los vegetales como la potasa y el ácido fosfórico. También se pueden explicar, dice Peligot, los buenos resultados de la sal común por la propiedad que poseen los cloruros, y en particular el cloruro de sodio, de disolver en cantidades muy sensibles el fosfato de cal.

La solubilidad del fosfato de cal en el agua cargada de ácido carbónico existente en el suelo es aumentada, según Pierre, por la presencia de los nitratos, de la sal amoníaco y de la *sal marina*.

Según Wolff, la sal común tiene poca importancia como elemento nutritivo directo, pero puede ofrecer gran interés y servir indirectamente como abono por la propiedad que se le atribuye de disolver ciertos elementos nutritivos del suelo. Bueno es advertir que para este químico la acción indirecta de las sales potásicas, frecuentemente superior, según él, á la acción directa, es debida al cloruro de sodio y al de magnesio que acompañan á dichas sales, es decir, á su riqueza en cloro.

Dice Proost que, si bien es cierto que el cloruro de sodio favorece la disolución de los silicatos insolubles de bases fertilizantes, ocasiona una fuerte pérdida de abonos por el *lexiviado* que el suelo experimenta con el empleo de esta sustancia. La aplicación de la sal marina origina, además, por cambio de bases, la formación de cloruros de magnesio y de calcio, perjudiciales

para la vegetación. Por cuyas razones no cree recomendable el uso de la sal común para las praderas.

Sin embargo, la mayoría de los agrónomos considera conveniente el empleo de esta sustancia para las praderas en dosis pequeñas, disuelta en el agua de los riegos ó distribuída sobre los estiércoles, siempre que se trate de terrenos arcillosos ó calcáreos, frescos ó algo húmedos.

La cuestión, como se ve, permanece todavía sin resolver. Afortunadamente no es de gran importancia para la agricultura.

**Abonos ferruginos.**—Desde hace algunos años se recomienda mucho el empleo de los compuestos ferruginos como abonos. Debemos por eso tratar este asunto.

*El hierro en las plantas y en el suelo.*—El hierro se encuentra en las plantas en cantidades poco considerables. Se concentra sobre todo en las hojas y especialmente en la clorofila ó materia verde, donde residen, como sabemos, las funciones de la asimilación del carbono. Según las experiencias de Eusebio Gris, una planta afectada de clorosis á consecuencia de la falta de clorofila, atribuible á la insuficiencia de hierro, puede recobrar la salud y adquirir el color verde normal, si se le aplica un compuesto férrico. El hierro desempeña, pues, un papel muy importante en la nutrición vegetal, y sobre todo en la asimilación del carbono por los órganos foliáceos.

No obstante su importancia fisiológica, el hierro, considerado como abono, desempeña papel insignificante, porque por una parte las plantas exigen cantidades extremadamente mínimas de este metal, y por otra su abundancia y difusión en el suelo lo ponen en proporción suficiente al alcance de las raíces. En pocas tierras deja de encontrarse el hierro en cantidades notables, y ninguna está desprovista hasta el punto de que las cosechas más exigentes no lo puedan encontrar para satisfacer sus necesidades alimenticias.

Pero además de servir de alimento á las plantas, el hierro desempeña en el suelo otra función, que consiste en insolubilizar el ácido fosfórico añadido al suelo por medio de los abonos: el fosfato de cal, soluble en el agua cargada de ácido carbónico, sería arrastrado á las capas profundas si el óxido de hierro y la alúmina no se combinasen con el ácido fosfórico formando com-

binaciones que el ácido carbónico no puede disolver; á esto se debe que el ácido fosfórico sea retenido por la tierra.

El óxido de hierro hidratado, concurrentemente con la alúmina, puede también, por una propiedad absorbente semejante á la de la arcilla, retener la potasa y el amoniaco.

El hierro existente en el suelo no solamente sirve para la nutrición vegetal y para fijar las materias fertilizantes, sino que comunica á la tierra propiedades físicas que no dejan de tener importancia. Sobre todo al estado de óxido hidratado puede reemplazar á la arcilla como cemento para aglomerar las partículas terrosas, dando así cierta compacidad á muchas tierras finas.

Por último, el óxido de hierro comunica á la tierra una coloración que la hace más apta para absorber los rayos solares; esta mayor absorción de calor favorece el desenvolvimiento vegetal.

El hierro puede aplicarse á las tierras de cultivo en formas diferentes.

*Oxido de hierro.*—En las tierras muy ricas en materia orgánica recomiendan los partidarios de los abonos ferruginosos el empleo de tierras muy ferruginosas, muy pobres para destinarlas á la extracción del hierro, pero que, sin embargo, pueden contener hasta 20 por 100 de óxido férrico. La aplicación de estas tierras ferruginosas resulta onerosa por los gastos de transporte que ocasionan las grandes cantidades que es necesario emplear para mejorar el suelo por este medio. Por eso no es de aconsejar su empleo más que en el caso de que estén próximas á las tierras en que se han de aplicar, sin que esto quiera decir que esté demostrada la eficacia de este tratamiento.

Lo mismo puede decirse de los recortes de hierro que se han aplicado algunas veces al suelo y que se transforman lentamente en óxido hidratado, así como de las escorias; estas últimas, sin embargo, pueden á veces obrar como abono calcáreo por la gran cantidad de silicato de cal fácilmente descomponible que contienen.

*Sulfato de hierro.*—En las tierras ordinarias poco ricas en materia orgánica, el hierro deberá emplearse, según los partidarios de los abonos ferruginosos, al estado de sal de protóxido, que es el estado más asimilable; la sal de protóxido de hierro más repartida es sulfato ferroso, conocido con el nombre de vitriolo

verde y de caparrosa verde. Se presenta en grandes cristales prismáticos, transparentes, de color verde esmeralda y con sabor de tinta muy pronunciado. Las caparrosas del comercio contienen de 40 á 50 por 100 de sulfato de protóxido de hierro puro y seco. El precio de este producto es poco elevado; si su acción fertilizante estuviere demostrada, su empleo no sería muy oneroso.

Cuando se introduce el sulfato de hierro en una tierra que contiene caliza y suficientemente permeable, se produce una oxidación en virtud de la cual el sulfato de protóxido de hierro se transforma en sulfato de sesquióxido; al mismo tiempo, entre el carbonato de cal y el sulfato de sesquióxido formado tiene lugar una doble descomposición que da por resultado la formación de sulfato de cal, sesquióxido de hierro hidratado y ácido carbónico que se desprende. Ya conocemos la acción del sulfato de cal ó yeso; el sesquióxido de hierro hidratado puede desempeñar un papel físico como aglutinante, y el ácido carbónico, uniéndose al del suelo, puede ayudar á disolver los elementos minerales. Ninguna de estas reacciones, dicen Müntz y Girard, parecen suficientemente enérgicas para producir un efecto sensible sobre la fertilidad de la tierra.

En las tierras cargadas de materia orgánica y desprovistas de cal, así como en las poco permeables, el empleo del sulfato de hierro es perjudicial. En las primeras, porque el sulfato de hierro conserva sus propiedades ácidas y ejerce una acción nociva sobre las raíces. En las tierras poco permeables porque el oxígeno, que ya penetra con dificultad, es absorbido por el compuesto ferroso, y la atmósfera del suelo se hace impropia para la vida vegetal.

La doble descomposición que, según hemos visto, tiene lugar en el suelo cuando se introduce el sulfato de hierro no es inmediata, porque la oxidación del protóxido de hierro exige cierto tiempo; hasta que se verifica, el sulfato de hierro conserva su estado primitivo, y, por sus propiedades ácidas, puede ejercer una acción disolvente sobre los elementos minerales, tales como los silicatos y los fosfatos. Mucho se ha hablado acerca de la acción disolvente del sulfato de hierro sobre el fosfato de cal, y hasta se ha aconsejado la mezcla íntima de estas dos sustancias; pero todas las afirmaciones que se han hecho respecto de este

asunto necesitan, dicen también Müntz y Girard, ser confirmadas por experiencias directas.

Las experiencias hechas en Inglaterra por el Dr. Griffiths, tienden á demostrar que la aplicación del sulfato de hierro no sólo aumenta los rendimientos de la mayor parte de los cultivos, sino que los productos son de mayor valor alimenticio por el aumento de las materias albuminoideas.

Los interesantes resultados obtenidos por M. Griffiths no parece que se deben generalizar. De las investigaciones de Dehérain, Grandeau, Wrightson y Munro, y de otros experimentadores, se deduce que si en ciertos casos el sulfato de hierro empleado en dosis que no exceden de 65 kilogramos por hectárea ha dado resultados ventajosos, especialmente en las tierras calcáreas, en otros muchos, por el contrario, ha producido efectos nocivos, sobre todo cuando se aumentaba la dosis de sulfato.

Resulta, pues, que la acción del sulfato de hierro sobre la vegetación es por lo menos problemática. Los agricultores obrarán cuerdamente no mostrando mucho interés en la aplicación de este producto, limitándose á practicar experiencias en pequeña escala hasta que se formen idea exacta de su verdadera acción.

La eficacia manifestada en ciertos casos por el sulfato de hierro parece que se debe atribuir á su ácido sulfúrico mejor que al hierro, pues los buenos efectos se han observado en las mismas tierras en que la acción del yeso es favorable. Si esto fuese cierto, la aplicación del sulfato de hierro podría considerarse como un enyesado indirecto, en que resultaría más cara que con el empleo del yeso la introducción del ácido sulfúrico en las tierras.

Veamos, para terminar, cuáles son las instrucciones que para el empleo del sulfato de hierro dan los partidarios de esta sal.

La dosis que hay que aplicar varía entre 50 y 200 kilogramos, según los terrenos; se puede decir que para las tierras silíceas bastan de 50 á 100 kilogramos, y que es necesario algo más para las calcáreas.

Se debe asegurar la distribución regular del sulfato de hierro, para lo cual habrá que mezclarlo con tierra ó arena.

El reparto se hará en otoño, siempre que sea posible después de la lluvia y en un día cálido; á falta de lluvia se practicará después de un rocío fuerte ó en tiempo pesado; conviene hacer el

reparto en dos veces, empleando cada vez la mitad de la dosis.

La importancia de las condiciones de empleo del sulfato de hierro es muy grande; la falta de cuidados en este punto puede ocasionar fracasos. Si la sal está en trozos muy gruesos, si su estado pulverulento no la acerca todo lo posible al de una disolución, si el reparto se hace en tiempo seco, si, por último, la temperatura es muy baja, se observa un resultado negativo.

En sus experiencias de cultivo, Eusebio Gris había notado, y esto se puede admitir, que más abajo de 10 grados de calor el efecto es casi nulo.

Por eso debe recomendarse con insistencia que el reparto se haga en dos veces, pues así se doblarán las probabilidades de un resultado favorable.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Año. 1625 MONTERREY, MEXICO



BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACIONES

### CAPÍTULO III

#### ABONOS ORGÁNICOS

**Generalidades.**—Con la denominación de *abonos orgánicos* se comprenden las diversas sustancias orgánicas que se emplean para fertilizar las tierras de cultivo.

La materia orgánica, lo hemos dicho ya, no es asimilada directamente; tiene antes que descomponerse: los abonos orgánicos que se introducen en el suelo necesitan, para poder servir de alimento á los vegetales, sufrir previamente una descomposición ó putrefacción que desorganice sus tejidos y los haga pasar por una serie regular de transformaciones que den por resultado la formación de productos fácilmente absorbibles y asimilables por las plantas. El conocimiento de estas transformaciones y de las circunstancias que las determinan es necesario para comprender la manera de obrar de las materias orgánicas sobre la vegetación, y por consiguiente, para el mejor aprovechamiento de estas sustancias como agentes de fertilidad.

La materia orgánica, privada de vida y sometida á la influencia del calor, de la humedad y del aire, se descompone. La descomposición se verifica con más ó menos rapidez, según la naturaleza de la materia orgánica. Cuanto más rica en nitrógeno sea la materia orgánica y más compleja su composición, con más prontitud y más completamente se descompone; por eso las sustancias animales experimentan la fermentación pútrida más pronto que las vegetales. La putrefacción comienza antes y marcha más rápidamente en las materias de tejido blando y suelto que en las que lo tienen apretado y resistente; así se observa que las

sustancias vegetales ricas en partes leñosas resisten largo tiempo á la descomposición. Se favorece la putrefacción reuniendo las materias en grandes masas.

Los productos que resultan de la descomposición de las materias orgánicas nitrogenadas son principalmente: agua, ácido carbónico y amoniaco.

No es indispensable que esta descomposición espontánea se verifique antes de introducir en el suelo las materias orgánicas; puede tener lugar después que sean enterradas: esto último es más provechoso para la vegetación, porque los productos volátiles que se originan, y principalmente el ácido carbónico y el amoniaco, en lugar de perderse en la atmósfera permanecen en el suelo y pueden concurrir á la nutrición de las plantas, el primero favoreciendo la disolución y la absorción del fosfato y del carbonato de cal y directamente el segundo.

El efecto útil de los abonos orgánicos introducidos en el suelo depende principalmente del tiempo que dura su descomposición. Se consigue el mayor efecto útil cuando el abono se va descomponiendo á medida de las necesidades de la vegetación. Al tratar de los diferentes abonos orgánicos en particular, veremos que en la mayor parte de los casos es posible modificarlos de manera que satisfagan dicha condición, bien retrasando la descomposición de los abonos muy activos, bien favoreciendo la de los que se descomponen lentamente.

La calidad y las dosis de los abonos aplicables á las plantas pueden, pues, variar entre límites muy distantes cuando ceden en proporciones convenientes los productos de su descomposición para un tiempo y una superficie dados.

Así sucede que, en igualdad de condiciones, un abono que se descomponga enteramente en el transcurso de un año podrá producir tanto efecto sobre la primera cosecha como una cantidad quintuple de otro abono cuya descomposición dure cinco años; pero, en compensación, este último proporcionará productos útiles durante un tiempo cinco veces mayor.

La duración del abono, con frecuencia subordinada á la cohesión y á la insolubilidad de la sustancia orgánica, debe, pues, tenerse muy en cuenta.

Atendiendo á la duración ó á la rapidez de su acción, se han dividido los abonos orgánicos en *calientes* y *fríos*. A los primeros

pertenecen las sustancias que por la rapidez con que se descomponen desprenden en la fermentación gran cantidad de calor, como la sangre, la carne, la poudrette, la palomina, el guano, los estiércoles de ganado lanar y caballar, etc. En los segundos se incluyen las materias orgánicas que por la lentitud con que se descomponen desarrollan poco calor al fermentar; tales son: las sustancias vegetales, los residuos de lana, los cuernos, pezuñas, pelos y plumas, los estiércoles del ganado vacuno y de cerda, etc. Pero no debe concederse grande importancia á esta distinción, que no es cierta en absoluto, porque la acción y la duración de los abonos dependen de multitud de circunstancias, principalmente del estado del suelo á que se aplican. Así en las tierras arenosas, que se dejan penetrar por las influencias atmosféricas, la materia orgánica se descompone más rápidamente que en los suelos arcillosos, cuya tenacidad dificulta el acceso del aire y del calor. Por la misma razón las labores y el cultivo que facilitan la acción de los agentes atmosféricos favorecen la descomposición.

La alcalinidad del suelo es necesaria y favorable para el mejor efecto de estos abonos, porque neutraliza la acidez del mantillo que resulta de la descomposición de la materia orgánica. Por eso conviene en las tierras no calcáreas asociar á los abonos orgánicos materias alcalinas, como la marga, la cal y las cenizas, que restablezcan y mantengan en el suelo la alcalinidad favorable á la vegetación.

Los álcalis, por lo demás, contribuyen poderosamente, sea á determinar, sea á acelerar la descomposición que experimentan naturalmente las materias orgánicas sometidas á la influencia del aire, de la humedad y del calor. Teniendo en cuenta esta acción especial de los álcalis, se acostumbra á estratificar con cal viva ciertas sustancias y se riegan con lejías para facilitar su descomposición. El empleo de los álcalis como medio de acelerar la destrucción de la materia orgánica es conveniente cuando se verifica en las debidas proporciones; pero la aplicación de cantidades excesivas de álcalis á los abonos origina una pérdida de materias útiles, pues la descomposición excede con mucho al aprovechamiento.

Expuestas estas consideraciones generales relativas á la descomposición de la materia orgánica y á las circunstancias que la determinan, podemos ocuparnos particularmente de cada una

de las principales sustancias orgánicas que pueden ser empleadas como abonos.

Las sustancias orgánicas tienen dos orígenes bien distintos: las unas proceden del reino vegetal, las otras del reino animal; de aquí la división de los abonos orgánicos en *vegetales* y *animales*. De estos dos grupos de abonos nos vamos á ocupar en este capítulo.

I.—*Abonos vegetales.*

Las materias fertilizantes procedentes del reino vegetal se pueden clasificar de la manera siguiente:

- 1.º *Plantas enterradas en verde (abonos verdes).*
- 2.º *Restos de vegetales.*
- 3.º *Residuos de industrias que utilizan las plantas como primera materia.*

**Plantas enterradas en verde.**—La práctica de cultivar plantas enterrándolas cuando han llegado á su completo desarrollo, en el mismo terreno en que se han producido, para que sirvan de abono, fué conocida de los romanos y se sigue verificando en las provincias mediterráneas. Las plantas vivas que se incorporan directamente al suelo para que por su descomposición cedan al terreno los elementos nutritivos que contienen se designan generalmente con el nombre de *abonos verdes*.

Las plantas enterradas en verde devuelven al suelo los principios nutritivos que de él han extraído, aumentados con los que han absorbido de la atmósfera.

No sirven todas las plantas para ser enterradas en verde; las especies vegetales destinadas á este objeto han de reunir las siguientes condiciones:

- 1.º Estar en relación con la naturaleza del suelo y del clima.
- 2.º Ser de vegetación rápida.
- 3.º Poco exigentes en terreno.
- 4.º De cultivo fácil y poco costoso.
- 5.º Estar provistas de abundante follaje para que absorban de la atmósfera la mayor parte de sus elementos nutritivos.
- 6.º Tener raíces profundas que lleven á la superficie los principios fertilizantes de las capas inferiores.

Las plantas que reúnen en mayor grado estas condiciones son, en primer lugar, el *haba*, el *altramuz*, el *alforjón* ó *trigo sarraceno* y la *colza*, que contienen gran cantidad de principios nitrogenados; también se emplean la *alverja*, el *guisante*, los *tréboles*, la *mostaza negra*, el *centeno* y otra porción de plantas que se desarrollan en poco tiempo, son poco exigentes en terreno, clima y cuidados culturales y absorben de la atmósfera gran parte de sus elementos nutritivos.

De las plantas citadas, el *haba*, la *alverja*, los *guisantes*, el *trébol común*, la *colza* y la *mostaza negra* son propias para los terrenos fuertes, y el *alforjón*, el *trébol blanco* y el *encarnado* y el *centeno* para las tierras ligeras.

— El empleo de estos abonos comprende las operaciones siguientes:

- 1.º Preparación del terreno para la siembra.
- 2.º Siembra, que debe verificarse á voleo y bastante espesa para que nazcan el mayor número posible de plantas. La siembra se verifica en las épocas indicadas para el cultivo ordinario de cada una de estas plantas; en algunas partes siembran el *altramuz* en Junio para enterrarlo en el otoño.
- 3.º Sin prodigarles cuidado alguno se cortan, ó se aplastan por medio de un pase de rulo. Tanto la siega como la compresión por el enrollado deben practicarse al empezar la floración, cuando las plantas han desarrollado por completo sus órganos foliáceos, y han tomado del aire todas las materias nutritivas que pueden absorber.

4.º Se procede á enterrarlas por medio de una labor de arado. El enterramiento es más fácil cuando las plantas han sido tumbadas y aplastadas por el pase de rulo que cuando han sido cortadas; el arado sigue la misma dirección que el rulo. Pero la repartición del abono es más completa cuando en vez del pase del rulo se siegan para enterrarlas; en este caso hay necesidad de un obrero que vaya aproximando las plantas cortadas á los surcos abiertos.

Comparando la composición de las plantas destinadas á ser enterradas en verde, en el momento de la floración, con la del estiércol, se observa que la riqueza de nitrógeno es poco diferente en los dos abonos; las proporciones de ácido fosfórico y de potasa son menores en los abonos verdes.

de las principales sustancias orgánicas que pueden ser empleadas como abonos.

Las sustancias orgánicas tienen dos orígenes bien distintos: las unas proceden del reino vegetal, las otras del reino animal; de aquí la división de los abonos orgánicos en *vegetales* y *animales*. De estos dos grupos de abonos nos vamos á ocupar en este capítulo.

I.—*Abonos vegetales.*

Las materias fertilizantes procedentes del reino vegetal se pueden clasificar de la manera siguiente:

- 1.º *Plantas enterradas en verde (abonos verdes).*
- 2.º *Restos de vegetales.*
- 3.º *Residuos de industrias que utilizan las plantas como primera materia.*

**Plantas enterradas en verde.**—La práctica de cultivar plantas enterrándolas cuando han llegado á su completo desarrollo, en el mismo terreno en que se han producido, para que sirvan de abono, fué conocida de los romanos y se sigue verificando en las provincias mediterráneas. Las plantas vivas que se incorporan directamente al suelo para que por su descomposición cedan al terreno los elementos nutritivos que contienen se designan generalmente con el nombre de *abonos verdes*.

Las plantas enterradas en verde devuelven al suelo los principios nutritivos que de él han extraído, aumentados con los que han absorbido de la atmósfera.

No sirven todas las plantas para ser enterradas en verde; las especies vegetales destinadas á este objeto han de reunir las siguientes condiciones:

- 1.º Estar en relación con la naturaleza del suelo y del clima.
- 2.º Ser de vegetación rápida.
- 3.º Poco exigentes en terreno.
- 4.º De cultivo fácil y poco costoso.
- 5.º Estar provistas de abundante follaje para que absorban de la atmósfera la mayor parte de sus elementos nutritivos.
- 6.º Tener raíces profundas que lleven á la superficie los principios fertilizantes de las capas inferiores.

Las plantas que reúnen en mayor grado estas condiciones son, en primer lugar, el *haba*, el *altramuz*, el *alforjón* ó *trigo sarraceno* y la *colza*, que contienen gran cantidad de principios nitrogenados; también se emplean la *alverja*, el *guisante*, los *tréboles*, la *mostaza negra*, el *centeno* y otra porción de plantas que se desarrollan en poco tiempo, son poco exigentes en terreno, clima y cuidados culturales y absorben de la atmósfera gran parte de sus elementos nutritivos.

De las plantas citadas, el *haba*, la *alverja*, los *guisantes*, el *trébol común*, la *colza* y la *mostaza negra* son propias para los terrenos fuertes, y el *alforjón*, el *trébol blanco* y el *encarnado* y el *centeno* para las tierras ligeras.

— El empleo de estos abonos comprende las operaciones siguientes:

- 1.º Preparación del terreno para la siembra.
- 2.º Siembra, que debe verificarse á voleo y bastante espesa para que nazcan el mayor número posible de plantas. La siembra se verifica en las épocas indicadas para el cultivo ordinario de cada una de estas plantas; en algunas partes siembran el *altramuz* en Junio para enterrarlo en el otoño.
- 3.º Sin prodigarles cuidado alguno se cortan, ó se aplastan por medio de un pase de rulo. Tanto la siega como la compresión por el enrulado deben practicarse al empezar la floración, cuando las plantas han desarrollado por completo sus órganos foliáceos, y han tomado del aire todas las materias nutritivas que pueden absorber.

4.º Se procede á enterrarlas por medio de una labor de arado. El enterramiento es más fácil cuando las plantas han sido tumbadas y aplastadas por el pase de rulo que cuando han sido cortadas; el arado sigue la misma dirección que el rulo. Pero la repartición del abono es más completa cuando en vez del pase del rulo se siegan para enterrarlas; en este caso hay necesidad de un obrero que vaya aproximando las plantas cortadas á los surcos abiertos.

Comparando la composición de las plantas destinadas á ser enterradas en verde, en el momento de la floración, con la del estiércol, se observa que la riqueza de nitrógeno es poco diferente en los dos abonos; las proporciones de ácido fosfórico y de potasa son menores en los abonos verdes.

Las plantas enterradas en verde, además de proporcionar al suelo los principios nutritivos que contienen, aumentan su frescura y modifican la tenacidad de las tierras; por eso convienen especialmente á las tierras muy secas y sueltas, así como para las excesivamente compactas.

Como estas plantas toman de la atmósfera gran parte de los elementos nutritivos que han contribuído á formarlas, se comprende que fertilicen el suelo; pero los abonos verdes constituyen un modo de fertilización poco enérgico, al cual es necesario asociar los abonos minerales si se quiere mantener la fertilidad del suelo. En esta combinación de abonos verdes y abonos minerales consiste la *sideración* ó *método sideral* recomendado por G. Ville y de que trataremos en otro lugar.

Los abonos verdes no constituyen en realidad más que un barbecho reforzado en que, en vez de dejar obrar á la vegetación espontánea, siempre pobre, se desenvuelve una vegetación exuberante cuya acción es más considerable. Pero, de todos modos, siempre se sacrifica de dos cosechas una, puesto que la primera se destina por completo á nutrir á la segunda. Cuando se aplica, como suele suceder, á poner en cultivo tierras completamente estériles, que se van mejorando lentamente por este procedimiento sin recurrir al estiércol, es decir, por sucesivos cultivos de abonos verdes, cada cosecha sirve de abono á la siguiente.

En determinadas circunstancias, en vez de cultivar plantas para después enterrarlas, se recogen las que crecen espontáneamente, y se conducen al terreno que se desea abonar. Conviene emplear este procedimiento siempre que puedan encontrarse plantas cuya descomposición no origine grandes cantidades de tanino y de mantillo ácido, que son perjudiciales para la vegetación. Los vegetales que más se aprovechan para este objeto son, los juncos, el boj, los sarmientos y los helechos, entre las plantas terrestres; y de las marinas, las algas que las mareas llevan á las orillas del mar. Todas ellas obran especialmente por las sales alcalinas y materias nitrogenadas que contienen.

Las plantas marinas se utilizan como abono principalmente en las localidades de la costa. No originan al agricultor más gastos que la recolección. Su acción fertilizante es más enérgica que la de las plantas terrestres, porque en igualdad de peso seco contienen ordinariamente más nitrógeno, y su descomposición

se verifica con más actividad. Las plantas depositadas sobre la arena son menos estimadas que las que se desprenden de las rocas, debido sin duda á que las primeras han perdido, por la maceración prolongada en el agua del mar, parte de los principios alterables que contenían; por eso, antes de ser enterradas, son, por lo general, empleadas como cama de los ganados para que se impregnen de líquido nitrogenado.

Contribuyen las plantas marinas á la fertilidad de todas las tierras, porque contienen todos los elementos que exigen las cosechas. Se aplican á las praderas, cuya hierba mejoran en calidad. Aumentan la cosecha de las patatas, cuyos tubérculos se asegura que son más gruesos que con los abonos de cuadra; lo que se explica por la gran proporción de potasa que las plantas marinas contienen; pero es necesario impedir el contacto directo de las plantas marinas con la planta cultivada, á la cual perjudicarían. Aplicadas sobre la col le comunican buen sabor, y dan excelentes resultados sobre todas las hortalizas. Empleadas en las viñas, comunican al vino un olor desagradable. Aumentan la cantidad y la calidad de la fibra del lino, y son también ventajosas sobre la cebada.

Se entierran en dosis de 15 á 25 metros cúbicos por hectárea. Deben emplearse si es posible en cuanto son recolectadas. Sin embargo, en algunas partes las extienden en el suelo durante algún tiempo antes de enterrarlas. Otras veces se amontonan y no se emplean hasta que han sufrido cierto grado de descomposición. También se mezclan á los estiércoles. Se ha tratado de desecarlas y concentrarlas para privarles de la gran cantidad de agua que contienen y convertirlas en una materia más fácilmente transportable.

También se consideran como abono verde y se entierran las hojas y tallos frescos de la patata, remolachas, patacas y todas las partes no utilizables de muchos cultivos que quedan en el suelo como restos de la cosecha y no pueden servir para la alimentación del ganado.

La roturación de las praderas proporciona al mismo terreno gran cantidad de hojas, tallos y raíces que constituyen una especie de abono verde de resultados provechosos para los cultivos sucesivos.

**Restos de vegetales.**—Se deben utilizar también como

abono las hojas y tallos secos, las pajas y otros restos de vegetales en los cuales existen materias nutritivas; pero únicamente es útil su empleo cuando se dispone de cantidades considerables y después de haber sido descompuestos en unión del estiércol.

En las comarcas montañosas y abundantes en bosques los agricultores acostumbran á recoger el *mantillo* del monte para que sirva de cama del ganado. También recogen los helechos, que emplean igualmente para camas ó forman con ellos grandes pilas que dejan á la intemperie para utilizarlos como abono después que se descompongan.

El rastrojo de los cereales se entierra con las labores, ó se quema, como en el Mediodía de España, para enterrar después las cenizas. La paja sobrante de los cereales se utiliza también de cama en las cuadras ó se lleva al estercolero.

Los tallos del maíz desprovistos de las hojas, los de la caña común, las pajas de las legumbres y del cáñamo y el boj se emplean como abono después de tendidos en la vía pública frente á la casa de labor para que el pisoteo de las caballerías y el tránsito de los carruajes quebranten su parte leñosa.

El *abono fauffret* se prepara reuniendo en un montón toda clase de restos vegetales reducidos á pequeños trozos y regándolo con una especie de lejía ó agua estercoriácea para que entren en fermentación; ésta se inicia á los dos ó tres días y se activa repitiendo los riegos cada cuatro ó cinco. A los quince ó veinte días la descomposición es casi completa y se puede ya repartir el abono en dosis de 1.000 á 1.200 kilogramos por hectárea. Este abono resulta caro y sólo conviene en las regiones en que escasea el estiércol. El montón conviene que sea todo lo grande posible y la lejía con que se riega se compone de:

Agua.....	80
Materias fecales y orines.....	5
Yeso pulverizado.....	10
Cal viva.....	1,50
Cenizas lexiviadas.....	1
Hollín.....	1,25
Sal común.....	0,25
Líquido de otra lejía anterior.....	1
<i>Total</i> .....	<u>100</u>

El *purin vegetal* que se emplea en el cantón de Zurich (Suiza) se fabrica de la manera siguiente, según el Dr. Sacc:

Se toman 200 á 300 kilogramos de plantas verdes, generalmente de malas hierbas, impropias para servir de alimento al ganado, y se depositan en un montón situado en un lugar cubierto. A los cinco ú ocho días se revuelve; al cabo de otros ocho días la masa entra en fermentación muy activa y el color verde de las hierbas se cambia en amarillo. Entonces se arroja toda la masa en una zanja que contenga un líquido formado de:

Acido sulfúrico.....	1 kilo.
> clorhídrico.....	1
Agua.....	6.000 litros.

El líquido se bate fuertemente tres ó cuatro veces por semana.

El *purin* ó jugo que resulta se puede repartir al cabo de dos á cuatro semanas, según la temperatura de la estación y la cantidad de ácido empleado.

Quando se quieran emplear materias vegetales difíciles de desagregar (zarzas, hojas ó restos de árboles verdes, etc.), se las debe humedecer antes de llevarlas al montón, cuidando que la dosis de ácido sea más fuerte. También se facilita la fermentación de estas materias dividiéndolas con el hacha ó dejando que las trituren los pies de los animales ó las ruedas de los vehículos.

Se emplea generalmente este abono en dosis de 800 á 850 hectolitros por hectárea de prado. Es más ventajoso repartirlo después que retoña la hierba del prado segado que en otra época del año.

**Residuos de industrias que utilizan los vegetales como primera materia.**—Muchos son los residuos de industrias que emplean las plantas como materia primera que pueden ser utilizados como abono. Antes de tratar de cada uno de ellos conviene advertir que, tanto estos residuos como los que resultan de las industrias cuya primera materia es de origen animal, deben, por lo general, asociarse á otras sustancias para formar compuestos fertilizantes donde sufran una descomposición previa y una división que favorezca y asegure su acción.

De los residuos vegetales los que más interés ofrecen en nuestro país, por la importancia de las industrias que los originan y,

por consiguiente, por la abundancia con que se producen, son: el *orujo de la uva*, que queda como residuo de la fabricación del vino, y el *orujo de la aceituna*, que resulta de la obtención del aceite de oliva.

El *orujo de la uva* se emplea algunas veces como alimento del ganado lanar, y es el mejor empleo que se le puede dar; otras veces se desperdicia, otras se incorpora al estiércol, y otras, por fin, se entierra al pie de las viñas.

La descomposición de ciertas partes de este orujo, especialmente de las pepitas y de la materia leñosa de la raspa ó escobajo, es muy lenta; conviene por eso dejarlas descomponer antes de emplearlo como abono. Cuando se mezcla al estiércol, la descomposición no es más que parcial; mezclado con cal y tierra, para formar verdaderos compuestos fertilizantes, se activa mucho su transformación y se obtiene un mantillo excelente.

El orujo de la uva contiene, al cabo de algún tiempo, ácidos libres y más particularmente ácido acético: esta acidez, á veces muy pronunciada, se puede saturar mediante la adición de caliza ó mejor de fosfato de cal natural, que se hace de este modo soluble.

Se aplica con frecuencia este orujo al cultivo del olivo, y se puede aplicar á todos los cultivos, del mismo modo que el estiércol; pero lo más lógico es aplicarlo á la vid. Un viñedo abonado con el orujo de las uvas que ha producido no experimenta ninguna pérdida apreciable en principios fertilizantes, sobre todo si se deja la mayor parte de las hojas de la vid sobre el terreno y se le agrega las cenizas de los sarmientos.

El *orujo de la aceituna* está formado de los restos de las semillas y debe contener, por lo mismo, la mayor parte del nitrógeno y materias minerales que la planta ha extraído del suelo; la obtención del aceite no extrae de la semilla más que los elementos que la planta ha tomado del aire y del agua, de modo que devolviendo al olivar estos residuos y dejando en el terreno la mayor parte de los tallos y de las hojas, se puede decir que la tierra no experimenta ninguna pérdida.

Si embargo, este orujo no se emplea siempre como abono, porque algunas veces conviene utilizarlo para alimento del ganado ó para combustible. En este último caso es conveniente aplicar las cenizas resultantes al olivar, con lo cual se devolverán á

éste todos los elementos minerales acumulados en el fruto. Cuando este orujo se utiliza como abono, debe emplearse solo y pulverizado.

También se aprovechan como abono, en caso de no aplicarse á la alimentación del ganado, los *orujo*s ó *tortas* de las semillas oleaginosas empleadas en la obtención del aceite. Como este líquido, lo mismo que el procedente de la aceituna, no contiene nitrógeno ni ácido fosfórico, estos dos principios quedan en los orujos y les dan extraordinario valor como materias fertilizantes.

La composición de estos orujos varía, como es consiguiente, con la naturaleza de las semillas de que proceden; los más usados son los de colza, sésamo, algodón, lino, adormidera, cáñamo y cacahuete. Los de adormidera y cáñamo, cuya acción dura solamente un año, se consideran como abonos *calientes*; los de lino y de colza, que hacen sentir sus efectos durante dos años, son abonos *fríos*. Los menos estimados son los de sésamo, cáñamo y cacahuete.

Estos orujos son de descomposición rápida. Convienen á todos los suelos que sean suficientemente frescos, sobre todo á los ligeros, arenosos y á las tierras francas, especialmente si se destinan al cultivo de los cereales, del cáñamo, del lino y de la colza; la sequedad disminuye la acción de estos abonos. En las tierras muy fuertes su descomposición es muy lenta y las plantas no obtienen de ellos gran provecho; en los terrenos ácidos, como los de brezo, su aplicación no produciría ningún beneficio, porque la descomposición sería casi nula, ó por lo menos no originaría principios asimilables.

Las tierras en que la nitrificación se verifica con dificultad no son, por lo general, sensibles á la acción de estos orujos ni de ningún otro abono orgánico, á no ser que se apliquen enmiendas calcáreas que originen las necesarias reacciones para que los abonos orgánicos den buenos resultados. En los suelos pobres en ácido fosfórico ó en potasa, el empleo de estos orujos es insuficiente: hay necesidad de añadirles fosfatos ó sales potásicas; pero cuando estos dos elementos abundan en las tierras, el nitrógeno que estos orujos contienen produce todo su efecto.

De lo expuesto se deduce que estos orujos son ante todo abonos nitrogenados, y es por este concepto por lo que son recomendables, sobre todo si se asocian á los superfosfatos y sales

potásicas. En este caso constituyen abonos completos, pues los orujos reemplazan al nitrógeno, que de otra manera hay que pedir á los nitratos ó al sulfato de amoníaco, y proporcionan además al suelo cierta cantidad de materia orgánica que, según muchos agrónomos, debe intervenir en las mezclas de abonos químicos.

Se emplean estos orujos como abonos complementarios en dosis de 500 á 1.000 kilogramos por hectárea. Se reparten pulverizados y á voleo, antes de la siembra ó después de la recolección, y algunas veces con las semillas; pero como por muy bien prensados que estén contienen siempre cierta cantidad de aceite, es conveniente aplicarlos de quince á veinte días antes de la siembra, para que las materias grasas no impidan la acción del agua sobre la semilla y se retrase la germinación.

Los orujos, como todos los abonos orgánicos, tienden á dar soltura á las tierras fuertes y consistencia á las ligeras.

En Lille, d'Arras, Marsella y Burdeos, que son los principales mercados, se venden estos orujos en tabletas de 0<sup>m</sup>,35 de largo por 0<sup>m</sup>,15 de ancho, que pesan cada una 1 kilogramo á 1<sup>k</sup>,200. También se venden en fragmentos y pulverizados. Conviene adquirirlos en tabletas ó fragmentos, porque pulverizados se prestan á la falsificación.

Casi todo lo que acabamos de decir de los orujos de semillas oleaginosas se puede aplicar al orujo de la aceituna.

La *pulpa de las manzanas* procedente de la fabricación de la sidra se emplea también como abono. Desecada al aire contiene por término medio 0,60 por 100 de nitrógeno y abunda en sales potásicas. Se mezcla con cal para neutralizar su acidez y acelerar además la descomposición de la celulosa ó leñoso, que se hallan siempre en gran cantidad en esta materia. Tratada de esta manera, el empleo de la pulpa es ventajoso sobre las praderas naturales. En Normandía se entierra frecuentemente al pie de los manzanos y perales. Esta mezcla de pulpa de manzanas y cal favorece especialmente el desarrollo de las leguminosas en las praderas. Se emplea asimismo, mezclada con cal y también con yeso, estratificada con el estiércol. Sirve igualmente de alimento al ganado.

Las *pulpas de la remolacha y de la caña de azúcar* contienen sustancias fertilizantes. Pueden servir de alimento al ganado y tam-

bién de abono, directamente ó mezcladas con los estiércoles.

Las *espumas de defecación* que se producen en las fábricas de azúcar contienen nitrógeno, ácido fosfórico y sobre todo cal. El mejor modo de emplearlas consiste en asociarlas á otras materias para formar compuestos fertilizantes.

Las *heces y gérmenes de la cebada* empleada en la fabricación de la cerveza contienen próximamente los dos tercios de nitrógeno y de ácido fosfórico existentes en la cebada trabajada, y parte de la potasa.

El agua procedente del *enriado* del lino y del cáñamo contiene gran cantidad de materias resinosas ricas en principios nutritivos (potasa y ácido fosfórico).

En los residuos de la fabricación del *almidón* queda toda la albúmina de la harina y otras varias sustancias.

El agua procedente de la obtención de la *fécula* contiene principios nutritivos solubles, y puede emplearse para regar las praderas ó los compuestos fertilizantes.

El *alpechín* ó agua sucia de la obtención del aceite debe llevarse al estercolero, ó mezclado con agua ó con tierra se puede emplear para abonar los olivares.

Por último, hasta el *serrín* tiene valor como abono.

Todos estos residuos, y en general todos los abonos vegetales, ofrecen el inconveniente de que los gastos de aplicación y preparación los hacen inaceptables en la mayor parte de los casos, además de que no dispensan del empleo de otros abonos.

## II.—Abonos animales.

La extraordinaria actividad y el vigor que las materias fertilizantes de origen animal comunican, por lo general, á la vegetación, son debidos á su composición y á la rapidez con que se descomponen. Aunque la composición de estas sustancias es variable y compleja, contienen siempre en proporción relativamente considerable el nitrógeno y, con frecuencia, el fósforo en cantidad apreciable. Proporcionan, por tanto, al vegetal con relativa abundancia los dos elementos que más escasean en el terreno, y á esto se debe su valor agrícola. Por la rapidez con que se descomponen estas sustancias, quedan en breve tiempo á disposi-

potásicas. En este caso constituyen abonos completos, pues los orujos reemplazan al nitrógeno, que de otra manera hay que pedir á los nitratos ó al sulfato de amoníaco, y proporcionan además al suelo cierta cantidad de materia orgánica que, según muchos agrónomos, debe intervenir en las mezclas de abonos químicos.

Se emplean estos orujos como abonos complementarios en dosis de 500 á 1.000 kilogramos por hectárea. Se reparten pulverizados y á voleo, antes de la siembra ó después de la recolección, y algunas veces con las semillas; pero como por muy bien prensados que estén contienen siempre cierta cantidad de aceite, es conveniente aplicarlos de quince á veinte días antes de la siembra, para que las materias grasas no impidan la acción del agua sobre la semilla y se retrase la germinación.

Los orujos, como todos los abonos orgánicos, tienden á dar soltura á las tierras fuertes y consistencia á las ligeras.

En Lille, d'Arras, Marsella y Burdeos, que son los principales mercados, se venden estos orujos en tabletas de 0<sup>m</sup>,35 de largo por 0<sup>m</sup>,15 de ancho, que pesan cada una 1 kilogramo á 1<sup>k</sup>,200. También se venden en fragmentos y pulverizados. Conviene adquirirlos en tabletas ó fragmentos, porque pulverizados se prestan á la falsificación.

Casi todo lo que acabamos de decir de los orujos de semillas oleaginosas se puede aplicar al orujo de la aceituna.

La *pulpa de las manzanas* procedente de la fabricación de la sidra se emplea también como abono. Desecada al aire contiene por término medio 0,60 por 100 de nitrógeno y abunda en sales potásicas. Se mezcla con cal para neutralizar su acidez y acelerar además la descomposición de la celulosa ó leñoso, que se hallan siempre en gran cantidad en esta materia. Tratada de esta manera, el empleo de la pulpa es ventajoso sobre las praderas naturales. En Normandía se entierra frecuentemente al pie de los manzanos y perales. Esta mezcla de pulpa de manzanas y cal favorece especialmente el desarrollo de las leguminosas en las praderas. Se emplea asimismo, mezclada con cal y también con yeso, estratificada con el estiércol. Sirve igualmente de alimento al ganado.

Las *pulpas de la remolacha y de la caña de azúcar* contienen sustancias fertilizantes. Pueden servir de alimento al ganado y tam-

bién de abono, directamente ó mezcladas con los estiércoles.

Las *espumas de defecación* que se producen en las fábricas de azúcar contienen nitrógeno, ácido fosfórico y sobre todo cal. El mejor modo de emplearlas consiste en asociarlas á otras materias para formar compuestos fertilizantes.

Las *heces y gérmenes de la cebada* empleada en la fabricación de la cerveza contienen próximamente los dos tercios de nitrógeno y de ácido fosfórico existentes en la cebada trabajada, y parte de la potasa.

El agua procedente del *enriado* del lino y del cáñamo contiene gran cantidad de materias resinosas ricas en principios nutritivos (potasa y ácido fosfórico).

En los residuos de la fabricación del *almidón* queda toda la albúmina de la harina y otras varias sustancias.

El agua procedente de la obtención de la *fécula* contiene principios nutritivos solubles, y puede emplearse para regar las praderas ó los compuestos fertilizantes.

El *alpechín* ó agua sucia de la obtención del aceite debe llevarse al estercolero, ó mezclado con agua ó con tierra se puede emplear para abonar los olivares.

Por último, hasta el *serrín* tiene valor como abono.

Todos estos residuos, y en general todos los abonos vegetales, ofrecen el inconveniente de que los gastos de aplicación y preparación los hacen inaceptables en la mayor parte de los casos, además de que no dispensan del empleo de otros abonos.

## II.—Abonos animales.

La extraordinaria actividad y el vigor que las materias fertilizantes de origen animal comunican, por lo general, á la vegetación, son debidos á su composición y á la rapidez con que se descomponen. Aunque la composición de estas sustancias es variable y compleja, contienen siempre en proporción relativamente considerable el nitrógeno y, con frecuencia, el fósforo en cantidad apreciable. Proporcionan, por tanto, al vegetal con relativa abundancia los dos elementos que más escasean en el terreno, y á esto se debe su valor agrícola. Por la rapidez con que se descomponen estas sustancias, quedan en breve tiempo á disposi-

ción del vegetal todos los elementos nutritivos que contienen: su acción es, pues, rápida, pero por lo mismo de corta duración. Sus efectos apenas se dejan sentir, en general, más allá de la cosecha á que directamente se aplican, y en algunos casos desaparecen antes de que la planta llegue á su completo desarrollo. La corta duración de sus efectos hace preferible el empleo de estas materias sobre los cultivos de plantas que se desarrollan con rapidez, como el cáñamo, maíz y algunas especies forrajeras; y el elevado precio que ordinariamente alcanzan no permite aplicar estas sustancias más que sobre cosechas que den productos de mucho valor.

Las materias fertilizantes procedentes del reino animal son muy numerosas. Las que con más frecuencia se emplean como abonos son las siguientes:

- 1.º *Animales muertos.*
- 2.º *Sangre desecada y pulverizada.*
- 3.º *Despojos de mataderos.*
- 4.º *Residuos de pesquerías.*
- 5.º *Residuos de fabricación de productos animales.*
- 6.º *Huesos.*
- 7.º *Negro animal.*
- 8.º *Materias fecales del hombre.*
- 9.º *Deyecciones de los animales.—Guano.*

Excepto los huesos y el negro animal, que son *abonos fosfatados*, todas estas materias se consideran como *abonos nitrogenados*.

**Animales muertos.**—La higiene y los intereses agrícolas recomiendan no abandonar, para que se pudran al aire libre, los cadáveres de los animales de trabajo y de todos los domésticos en general; deben aprovecharse, puesto que contienen elementos fertilizantes.

Los agricultores que utilizan como abonos los cuerpos de estos animales se limitan por lo general á enterrarlos en el estercolero ó directamente, sin ninguna preparación, en las tierras de cultivo. Estos procedimientos son en extremo defectuosos, porque dejan marchar á la atmósfera gases útiles á las plantas. Para evitarlo conviene proceder de la siguiente manera:

Cuando se trata de animales que no han muerto de enfermedad contagiosa, se comienza por despojarlos del pellejo y aun de los cascotes y crines, si se pueden vender bien; se les extrae la grasa

que encierran sus tejidos, porque esta sustancia influye poco en su valor como abono, y se les priva también de todos los despojos utilizables en otras industrias. Lo que queda del animal se deposita en una zanja bastante profunda y abierta en el mismo terreno que se quiera abonar, espolvoreándolo con cal viva para activar su descomposición; y para absorber y retener los gases que se desprenden, especialmente el amoníaco y el carbonato amónico, se cubre con una capa de tierra arcillosa, después se pone encima otra de yeso y se concluye de llenar la zanja con la misma tierra extraída. Transcurrido algún tiempo, se extrae el esqueleto y se reparte como abono el contenido de la zanja, en la proporción de unos cuatro metros cúbicos por hectárea.

Además de esta preparación, que pudiéramos llamar agrícola ó rural, se emplean procedimientos industriales para utilizar como abono y en grandes cantidades los cuerpos de los animales muertos. Estos procedimientos, que sólo pueden emplearse en los grandes centros de población, son muy variados; pero las operaciones que generalmente comprenden son las siguientes:

- 1.ª *Maceración ó cocción por el vapor de agua.*
- 2.ª *Prensado.*
- 3.ª *Desecación al aire libre ó en estufas de aire caliente.*
- 4.ª *Trituración ó molienda.*

Sometiendo los cuerpos de los animales muertos á estas operaciones se fabrican los abonos que circulan en el comercio con los nombres de *carne seca pulverizada*, *harina de carne*, etc.

Un procedimiento industrial muy empleado en las fábricas de abonos de París consiste en sangrar y despojar los animales muertos, introduciéndolos después en grandes cajas, herméticamente cerradas, que pueden contener hasta 30 y 36 caballos y que están en comunicación con un depósito de agua productor de vapor. Se someten los animales á la acción del vapor de agua hirviendo durante un espacio de tiempo suficiente para producir la cocción completa de los animales (diez y ocho á veinticuatro horas), transcurrido el cual se sacan, se separa la carne, se deseca, primero al sol y después en estufa de aire seco, y se pulveriza, obteniéndose un abono muy rico en nitrógeno (13 por 100, según Subeiran), de excelente calidad, que se usa en dosis de 500 kilogramos por hectárea para los cereales.

Los huesos se utilizan como veremos más adelante.

En el fondo de las cajas queda una masa líquida en la cual se pueden distinguir tres partes: una superior formada por la grasa, otra intermedia procedente de la condensación del vapor, cargada de gelatina, y la inferior compuesta de sangre y restos de masas carnosas. La grasa se separa con grandes cazos ó cucharas y se destina á la industria; la capa intermedia puede emplearse en la confección de la cola, y las materias restantes se mezclan con turba carbonizada ó tierra buena y se expenden al comercio ó se utilizan directamente como abono. La sangre obtenida al sangrar los animales se aprovecha como indicaremos más tarde.

Otro procedimiento es el de Boucherie. Consiste en someter los animales muertos á la acción del ácido clorhídrico en caliente, obteniéndose una papilla fácilmente divisible en dos partes: una formada de materias sólidas, que contiene hasta el 10 por 100 de nitrógeno, y otra líquida, cuya acidez se neutraliza, si es preciso, con caliza ó fosfatos naturales, que se usa mezclada con el agua de los riegos. Este procedimiento es bastante aceptable, pero tiene el inconveniente de resultar algo caro.

Los cadáveres de los animales muertos de enfermedades contagiosas pueden utilizarse como abono, empleando el procedimiento recomendado por Aimé Girard en una comunicación presentada á la Academia de Ciencias de Francia y á la Sociedad Nacional de Agricultura del mismo país, y que vamos á resumir.

Los cadáveres de los animales muertos de enfermedades contagiosas, y particularmente de carbunco, constituían un obstáculo serio para la agricultura. Hace todavía pocos años se recomendaba el enterrarlos; pero después de los últimos trabajos de Pasteur sobre la vitalidad de los gérmenes del carbunco y de su vuelta á la superficie del suelo por intermedio de las lombrices, se ha reconocido que el enterramiento no constituye de ninguna manera un obstáculo á la propagación de la enfermedad. Para evitar esta propagación hay que apelar á otros procedimientos que determinen la destrucción de todos los elementos virulentos que contiene el cadáver del animal.

Para esto se ha recomendado en estos últimos tiempos, por una parte la combustión de los cadáveres, por otra despedazar el cuerpo del animal, cocer su carne á la temperatura de 100 gra-

dos y utilizar la carne así cocida en la alimentación de los cerdos. Claro es que aplicados en toda su integridad con rigor científico, estos dos procedimientos tienen un valor indiscutible; pero muchas personas temen que en la práctica una combustión incompleta, una cocción á temperatura poco elevada, dejen subsistir el germen del contagio.

El procedimiento indicado por Aimé Girard convierte por completo en materia soluble el animal sin necesidad de despedazarlo y determina al mismo tiempo la muerte de todos los elementos virulentos, permitiéndo obtener de la materia así tratada un provecho apreciable aunque modesto.

Consiste este procedimiento en disolver en *frío* en el ácido sulfúrico concentrado el cadáver del animal, para utilizar en seguida el líquido obtenido en la producción de un superfosfato de cal nitrogenado.

El jarabe negro, ácido y nitrogenado, obtenido por la disolución de los cadáveres tratados de esta manera, no contiene ningún elemento virulento. El ácido sulfúrico nitrogenado, que marca 43 grados próximamente, conserva, á pesar de la presencia de la materia animal disuelta, toda su aptitud para atacar los fosfatos de cal naturales, al mismo tiempo que, por su riqueza en 0,80 próximamente de nitrógeno y 0,50 por término medio en ácido fosfórico soluble, aporta á la preparación del superfosfato elementos de fertilidad no despreciables.

**Sangre desecada y pulverizada.**—La *sangre desecada* procedente de los mataderos constituye un abono muy enérgico. La sangre fresca no puede ser utilizada directamente, porque se corrompe con rapidez; pero se la mezcla con sustancias que la absorban, como la turba, el carbón, la tierra fina y caliente ú otras materias porosas, y también con yeso ó cal; se deja secar la mezcla y se emplea después como abono.

También puede aprovecharse la sangre desecándola de la manera siguiente, como se hace en París: la sangre de los mataderos de París, cuya producción alcanza anualmente 300.000 toneladas, se recoge con cuidado en cuanto se matan los animales. Se agita fuertemente antes de su enfriamiento para que se precipite la fibrina y evitar la coagulación ulterior. La fibrina recogida se prensa y forma tortas que se desecan; después se pulveriza y se aplica como abono ó se añade á la otra parte de la sangre.

El líquido desfibrinado, que es negruzco y oliente, se deposita en una serie de cubas sometidas á la acción del vapor acuoso. El vapor eleva bien pronto la temperatura de la sangre á 60 grados, la albúmina se coagula, arrastrando con ella la materia colorante, y el líquido se espesa cada vez más.

La masa fluida y caliente que resulta se coloca en pequeños sacos de tela, que se depositan sobre una plataforma en capas separadas por cañizos y se someten á la acción de la prensa. Por la presión se extrae un líquido casi incoloro que contiene las sales solubles de la sangre y que no se utiliza. La materia que permanece en los sacos se halla en forma de tortas delgadas negruzcas que se desecan en estufas y toman un aspecto vítreo y una textura dura y frágil. Se las pulveriza en seguida en molinos á propósito, el polvo se mezcla á la fibrina también pulverizada obtenida previamente, y se obtiene un abono muy apreciado en el mercado por su riqueza en nitrógeno, que se coloca en toneles para ser expedido al comercio.

La coagulación de la sangre por el calor cuando se verifica en grande escala es causa de infección; esto ha obligado á emplear otros procedimientos menos perjudiciales para la salud pública.

En la actualidad la sangre desfibrinada se coagula generalmente por medio del sulfato de peróxido de hierro, empleado en disolución á 45 grados Baumé y en la proporción de 5 litros por hectolitro de sangre. Se obtiene una masa amarilla que se puede prensar. También se coagula la sangre por la cal viva ó el cloruro de manganeso, residuo de las fábricas de papel. El empleo del cloruro de manganeso es económico y permite obtener un abono excelente que retiene con más fuerza el nitrógeno que la sangre coagulada por el calor.

La sangre desecada ó *harina de sangre* obtenida de la manera indicada contiene cuando no está adulterada de 12 á 15 por 100 de nitrógeno y 1 por 100 solamente de ácido fosfórico; es de acción rápida y se incorpora con facilidad á la tierra arable. Ofrece el aspecto de un polvo oscuro de olor fuerte y repulsivo. Se puede emplear pura en dosis de 300 á 600 kilogramos por hectárea. Se aplica especialmente en las colonias, pues da excelentes resultados sobre la caña de azúcar, el café y el algodónero. Sobre los cereales da también resultados notables.

Por su pobreza en ácido fosfórico, rara vez se emplea solo este

abono; ordinariamente se le asocia al negro animal, á los fosfatos, á la turba, etc. También se asocia á veces á los huesos frescos y la mezcla se somete á la acción del ácido sulfúrico para obtener superfosfatos nitrogenados que conviene desecar bien. Con 500 kilogramos de sangre desecada y 200 de superfosfatos ha obtenido Mr. Robert, por término medio, 32 hectolitros de trigo por hectárea.

La sangre desecada se presta fácilmente al embalaje, al transporte, á la distribución á mano ó con máquina; en una palabra, á todas las manipulaciones que exige su empleo agrícola.

**Desperdicios de mataderos.**—Los desperdicios que dejan las reses degolladas en los mataderos (masas intestinales, varias vísceras, secreciones é inmundicias) deben recogerse y emplearse como abono, llevándolos al estercolero ó sometiéndolos á operaciones análogas á las indicadas para los animales enteros; esto es, enterrándolas ó empleándolas para la obtención de abonos concentrados.

Estos abonos convienen á toda clase de terrenos y cultivos, especialmente á los cereales.

**Residuos de pesquerías.**—Los residuos (escamas, espinas, cabezas, despojos carnosos, etc.) que se obtienen en las fábricas de salazón y conservas de pescados constituyen excelentes abonos, conocidos con los nombres de *ictioguanos* ó *guanos de pescado*, que al estado seco contienen de 10 á 12 por 100 de nitrógeno, además de una cantidad notable de fosfato y sales alcalinas.

Estos abonos se emplean de preferencia en las regiones inmediatas al mar. Sin embargo, no es conveniente su empleo más que cuando la preparación industrial á que han sido sometidos les ha privado completamente de las materias aceitosas que contenían. El aceite y la grasa, que no son de ninguna utilidad en los abonos, pueden emplearse en otras industrias, mientras que el polvo obtenido después de la extracción de estas materias, la desecación y la trituración es muy rico en materias fertilizantes: el polvo de pescado desecado contiene 12 por 100 de nitrógeno y 14 de fosfatos.

Se puede aplicar el abono de pescado sobre los cereales en vegetación al principio de la primavera. En los suelos cretáceos ó calcáreos es donde da mejores resultados. Se emplean, por término medio, 300 kilogramos por hectárea.

Los residuos de las pesquerías pueden también emplearse unidos á la cal, para que se saponifiquen ó emulsionen las materias grasas que contienen, ó mezclados con estiércol ó mantillo. Se aplican así con excelente resultado sobre los cereales y prados artificiales, en dosis de 15 á 18 hectolitros por hectárea.

Hace algunos años se preparaba el *guano de Noruega* con los residuos del bacalao procedente de las pesquerías de la Escandinavia. Estos despojos eran primeramente desecados al aire, después sometidos á la acción del vapor á una presión de 6 atmósferas, se prensaban enseguida, y por último se les hacía pasar á las estufas de aire, obteniéndose un abono que podía ser pulverizado con facilidad.

La pesca del bacalao en Terranova da, según Payen, una cifra mínima de 700.000 toneladas de residuos que son arrojados al mar. Si esta enorme cantidad de despojos fuesen, como en otro tiempo, cocidos, prensados, desagregados y pulverizados, producirían más de 150 millones de kilogramos de un polvo de propiedades fertilizantes comparables á las del mejor guano del Perú.

Los productos podrían duplicarse si se añadiese la cantidad considerable de arenques que excede al consumo alimenticio. Sometidos los arenques á la ebullición en el agua, queda sobrenadando un aceite que se emplea en el alumbrado, en el curtido de las pieles, etc.; el residuo formado por los huesos y la carne constituye el *tangrum*, que Quatrefages ha propuesto emplear como abono.

Los arenques, como se ha observado en Inglaterra, permiten obtener las más ricas cosechas en las tierras menos fértiles; los agricultores de Norfolk los pagan á los pescadores á razón de 35 á 45 pesetas los 1.000 kilogramos. En Dunkerque se emplean los restos de bacalao, de arenques y los pescados que empiezan á corromperse en la época de pesca abundante. En los alrededores de Quimper se utilizan las cabezas de sardina.

Estos residuos se mezclan á la cal viva en la proporción de un hectolitro de cal por tres de pescado. En los pueblos de la costa de las Provincias Vascongadas se utilizan estos residuos mezclados con tierra. Antes de emplear los restos de los arenques es necesario lavarlos con agua para despojarlos del exceso de sal que contienen, que podría originar consecuencias perjudiciales;

después del lavado, contienen próximamente 5 por 100 de nitrógeno y 7 de ácido fosfórico.

En Isla Cristina (Huelva) se fabrica actualmente un *guano artificial* con los residuos del atún y de la sardina.

La composición del *guano de ballena* ó *guano polar* se diferencia poco de la del guano de pescado.

La *salmuera* procedente de la salazón de los arenques posee también cualidades fertilizantes; su riqueza en nitrógeno, sales amoniacales, ácido fosfórico y sal común está en relación con su densidad. Conviene á los cereales y da buenos resultados sobre la patata, remolacha, zanahoria, lino y colza; pero lo que gana el lino en abundancia lo pierde en calidad, y las remolachas, por las proporciones de sal común que contiene, convienen para la alimentación del ganado, pero no para la obtención del azúcar. Se aplica la salmuera en el agua de los riegos ó mezclada á los estiércoles ú otros compuestos fertilizantes.

En las costas donde se pesca en abundancia el *cangrejo de mar*, como sucede en las del Norte de Portugal, se transporta al interior para que sirva de abono. También pueden utilizarse las conchas de los moluscos.

Las grandes cantidades de *langosta* que por necesidad hay que recoger en varias localidades de nuestro país pueden constituir un excelente abono, sin más que añadir algo de yeso ó simplemente de tierra arcillosa en las zanjas donde se entierra. También se recomienda reunirlos en grandes masas para extraer las materias grasas, que podrían destinarse á la fabricación del jabón, empleando el residuo como abono.

**Residuos de fabricación de varios productos animales.**—Las industrias cuyas primeras materias son de origen animal, tales como cuernos, cascotes, plumas, crines, pelo, lana, cuero, pieles, etc., dejan residuos inaprovechables, generalmente ricos en nitrógeno, que conviene emplear como abono. La mayoría de estos residuos son de muy lenta descomposición y necesitan sufrir para ser empleados una preparación previa; generalmente se les incorpora á los compuestos fertilizantes añadiéndoles cal en fuerte proporción.

Los *residuos de lana*, especialmente, dan resultados muy beneficiosos. Contienen 10 por 100 de nitrógeno y 0,60 de fosfatos. Se venden de 5 á 8 pesetas los 100 kilos. Se aplican en dosis de

1.200 á 2.000 kilogramos por hectárea. No conviene emplearlos enteros porque obran desigualmente sobre las cosechas; es más conveniente dividirlos por medio de cuchillas á propósito; una vez divididos, se les deja permanecer en el portal de la granja ó se les echa á una zanja que contenga jugo de estiércol, para que se descompongan. Convienen á las patatas, remolachas y zanahorias; en Inglaterra los emplean para el lúpulo; en el Mediodía de Francia abonan con ellos los olivares y viñedos. El obrero lleva en un tonel estos residuos y echa, á cada golpe de azada, un pingajo de lana en el agujero, que recubre con el golpe de azada siguiente. Reunidos en cantidad algo considerable estos residuos corren peligro de inflamarse espontáneamente, debido á la materia grasa que contienen.

Cuando se trata de residuos viejos y sucios conviene tratarlos por el agua hirviendo, ó mejor todavía exponerlos al vapor del ácido sulfuroso antes de su empleo, para que no transmitan ciertas enfermedades á los encargados de manejarlos.

Los *restos de trapos* tienen la misma composición en nitrógeno y fosfatos que los residuos de lana; pueden utilizarse como éstos; ofrecen la ventaja de que no hay necesidad de dividirlos y su reparto es más fácil.

Los residuos de los talleres donde se carda y prepara la lana bruta, las barreduras de las fábricas de hilados y otros despojos análogos pueden también aprovecharse en las tierras inmediatas á las poblaciones industriales.

Los *cuernos, pesuñas, zapatos y cueros viejos, restos de correas y de pieles y residuos de tenerías* son materias muy duras y de tardía descomposición; conviene emplear las raspaduras ó reducirlos á polvo después de tostados.

Mrs. Coignet, de París, han ideado la manera de hacer más asimilables estas materias orgánicas de lenta descomposición, por una especie de torrefacción en vasos cerrados; este procedimiento permite al agricultor obtener inmediato provecho de sustancias que de otra manera no cederían á la vegetación los principios que contienen sino en un gran número de años.

Estos residuos son sometidos en vasos cerrados á un baño de vapor de 3 ó 4 atmósferas de presión. Por la influencia del calor y de la humedad el cuero se hincha; después de algunas horas de este tratamiento, se sacan los residuos y se les trata por el

8 por 100 próximamente de su peso de ácido sulfúrico, de manera que toda la masa quede bien impregnada. Después de este riego se puede someter estas materias á una temperatura de 300 grados en aparatos de torrefacción, de modo que se haga sufrir á la materia orgánica un principio de descomposición, sin temor de perder una partícula de nitrógeno, porque el amoniaco que podría desprenderse por la torrefacción se halla fijado al estado de sulfato de amoniaco. Después de la torrefacción la materia es triturada ó deshilachada y reducida por fin á polvo que se emplea como abono.

La *lana*, el *fieltro*, las *crines*, el *pelo* y las *plumas* no tienen necesidad de sufrir la acción del vapor á presión; embebidas de ácido sulfúrico diluido en agua, pasan inmediatamente al aparato de torrefacción.

También se favorece la acción del cuero molido sometiéndole á una fermentación con la orina.

El *residuo del lavado de las lanas*, que no conviene llevar á los ríos porque es perjudicial para los peces, es una materia fertilizante de gran valor. En algunas manufacturas de lanas estos residuos se recogen, se condensan y se reducen á tortas que contienen 2 á 3 por 100 de nitrógeno y 50 á 60 de materias orgánicas, y se venden á 3 francos los 100 kilos. Estas tortas se descomponen con rapidez en las tierras calcáreas; en las arcillosas su acción es lenta y conviene para activarla mezclarlas á la cal ó á las espumas de defecación de las fábricas de azúcar. Se emplean de 6.000 á 8.000 kilogramos por hectárea.

Las *borras del sebo* de bueyes y carneros, que quedan como residuo después de la fundición del sebo, es un abono rico, puesto que contiene 11,87 por 100 de nitrógeno. Con estos residuos se confeccionan tortas que se emplean generalmente para alimento de perros y de cerdos, pero que algunos agricultores usan ventajosamente como abono. Se aplican en dosis de 900 á 1.000 kilogramos por hectárea. Antes de emplearlos hay que dividir los panes por medio del hacha ó del martillo y remojar los fragmentos en agua caliente. Su acción dura de tres á cuatro años.

Los *residuos de las fábricas de cola fuerte y de gelatina* consisten en una mezcla de cal, fragmentos de huesos y materias animales fácilmente descomponibles que contiene, al estado seco, de 1 á 3 por 100 de nitrógeno. Con estos residuos se hacen tortas ó ladri-

Los cuadrados de 12 á 25 kilogramos. Se emplean en dosis de 500 á 700 kilogramos por hectárea. Su efecto es de corta duración. Conviene asociarlos á compuestos que contengan tierra buena y materias húmicas.

En algunas fábricas de cola se tratan los huesos y los cuernos por el ácido clorhídrico, originándose una disolución muy rica en fosfato de cal, que puede emplearse útilmente para enriquecer los compuestos terrosos; pero es preferible precipitar el fosfato de cal neutralizando la disolución ácida por una lechada de cal; se filtra y el precipitado se lava y se deseca. El abono que resulta, que es de excelentes cualidades, se aplica, tal como se obtiene ó mezclado á la tierra, sobre los cereales, raíces y colza.

**Huesos.**—Los huesos fueron usados por primera vez como abono en Alemania, en 1802, á consecuencia de las notables experiencias de Kropp; desde entonces han sido empleados sin interrupción y con grandes resultados por la agricultura de todos los países, principalmente en Inglaterra. Los huesos de los animales, y especialmente el polvo de huesos, son una excelente materia fertilizante que contiene *nitrógeno* y *ácido fosfórico*; los huesos brutos ó 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. Los huesos constituyen, pues, una fuente importante de ácido fosfórico.

Rara vez se emplean los huesos directamente en agricultura; por lo general son utilizados después de haber sido privados de la grasa (huesos desgrasados) ó de la gelatina (huesos desgelatinados) ó después de haber servido en forma de negro animal para la clarificación de los jugos azucarados. Más adelante trataremos del negro animal; ahora nos ocuparemos del aprovechamiento agrícola de los huesos desgrasados ó desgelatinados.

Los huesos frescos, tal como se hallan en el esqueleto de los animales, ó como salen de las carnicerías y de las cocinas, no ofrecen forma apropiada para ser empleados como abono; tienen que ser antes desprovistos de la grasa y triturados. La fuerte proporción de grasa haría su efecto menos eficaz, porque los protegería de la acción disolvente de los agentes del suelo. La grasa, además, dificulta la trituración á que es necesario someter los huesos para utilizarlos como abono.

Para privar á los huesos de la grasa se reducen primero á tro-

zos del tamaño de una nuez, mediante quebrantadores formados por cilindros de fundición armados de dientes; después se someten á la acción del agua hirviendo; al cabo de algunas horas la grasa se reúne en la superficie. Con frecuencia se emplean también para desgrasar los huesos la bencina ó el sulfuro de carbono. Desgrasados los huesos por uno ó por otro de los procedimientos citados, se reducen á polvo grueso por medio de quebrantadores ó molinos especiales.

El polvo de huesos contiene 20 á 26 por 100 de ácido fosfórico anhidro soluble en los ácidos concentrados y 3 á 4 de nitrógeno orgánico. Suele ser falsificado. Su acción será tanto más rápida cuanto más finamente pulverizado esté; no se debe por eso emplear directamente más que la parte que pase á través de un tamiz fino, reservando las partes gruesas para la fabricación de superfosfatos.

El polvo de huesos conviene sobre todo á las tierras arenosas; es muy eficaz en las tierras areno-arcillosas bien trabajadas, mientras que los superfosfatos se deben preferir en las tierras fuertes. Favorece especialmente el cultivo de los cereales y gramíneas de prado; también se aplica á las raíces y tubérculos; su elevado precio en comparación con el de las escorias de desfosforación hace que no se emplee, como antes se hacía, en las praderas. Generalmente se reparten de 400 á 600 kilogramos por hectárea. Se debe aplicar bastante tiempo antes de la siembra, á no ser que se trate de polvo fino obtenido por el vapor. Se puede distribuir directamente sobre las tierras cubriéndolo por una labor, ó estratificado con el estiércol.

El polvo de huesos, sobre todo en presencia de la humedad, fermenta fácilmente; la fermentación puede ocasionar pérdidas importantes de amoníaco. Conviene por eso conservarlo en sitios secos, en montones ó mejor en sacos ó toneles.

Como el polvo grueso de huesos es poco eficaz en el primer año, sobre todo si se aplica en primavera, se ha recomendado que se haga fermentar antes de emplearlo. Con este objeto se forma en sitios cubiertos montones de 50 centímetros de altura de polvo de huesos, el cual se mezcla con un volumen igual de estiércol corto de caballo ó de carnero y tierra mantillosa de buena calidad. Se riega con agua estercoriácea, se apisona y se cubre la masa con una ligera capa de tierra ó de yeso á fin de evitar las

pérdidas de nitrógeno. Diez días después se deshace con cuidado el montón y se criba. En las granjas donde se emplean grandes cantidades de polvo de hueso para los cereales de otoño se comienza la fermentación en el mes de Junio. De tiempo en tiempo se remueve la masa. El polvo de huesos fermentado es más pobre en principios fertilizantes que antes de fermentar, pero su acción es mucho más rápida.

En vez de hacerlo fermentar se puede someter el polvo de huesos á la acción del vapor; de este modo se obtiene un polvo fino de efecto más inmediato y superior al del polvo de huesos simplemente triturados, cualquiera que sea su estado de división, porque permite una repartición más perfecta y una buena incorporación al suelo, y el abono manifiesta toda su acción durante el espacio de tres á cuatro años. El aumento de producción debido al polvo fino de huesos preparado por el vapor permite reembolsar los gastos que ocasiona su aplicación con más seguridad y largueza que empleando los huesos simplemente triturados, aunque el precio de éstos es inferior próximamente en un tercio. El polvo fino de huesos obtenido por la acción del vapor se emplea de la misma manera y en los mismos casos que el polvo grueso de los huesos simplemente triturados.

Los productos que acabamos de examinar pueden ser considerados como abonos fosfatados y nitrogenados á la vez; pero cuando además de la grasa se les priva de la gelatina, no se les puede clasificar más que entre los abonos fosfatados. La gelatina, materia nitrogenada mezclada íntimamente á la sustancia de los huesos, hace difícil su pulverización; pero no es sólo por esta razón por lo que se priva á los huesos de la gelatina antes de emplearlos en agricultura, sino por consideraciones de índole económica.

La privación de la gelatina se hace calentando los huesos desprovistos de grasa en recipientes herméticamente cerrados, á una presión de 2 ó 3 atmósferas. Sometidos á este tratamiento, los huesos se hacen blancos, porosos y quebradizos, lo que permite reducirlos á polvo muy fino. La pulverización se verifica por medio de muelas verticales de fundición; el polvo obtenido se tamiza.

El polvo de huesos desgelatinados del comercio contiene ordinariamente 60 á 65 por 100 de fosfato de cal, que corresponde á

27,5 y 29,8 de ácido fosfórico; el nitrógeno, que se halla en la proporción de 1 á 1,5 por 100, no suele tenerse en cuenta. El polvo de huesos completamente desgelatinado vale menos, en igualdad de riqueza en ácido fosfórico, que el polvo que no ha sido desprovisto de gelatina. Como este último, suele ser también falsificado.

Dice Larbaetrier que, cualquiera que sea el procedimiento mecánico empleado para hacer más rápidamente asimilables los huesos brutos ó modificados por el calor, es imposible atenuar, sin destruirlos, ciertas condiciones de resistencia debidas á las afinidades químicas del suelo, que son propias de la molécula misma del fosfato óseo. Por eso, en vez de emplear directamente el polvo de huesos, se prefiere en la generalidad de los casos tratarlo por el ácido sulfúrico para transformarlo en superfosfato de huesos.

Sin embargo, según Wolff, la preparación del superfosfato de huesos casi ha desaparecido desde que se ha aplicado el vapor á la obtención del polvo fino de huesos ó *harina de huesos*. La acción de los superfosfatos de huesos ó *harina de huesos disuelta* sólo es ligeramente superior á la de la harina de huesos obtenida por el vapor en las cosechas de Marzo; esta última es preferible para las siembras de otoño y generalmente en las tierras húmíferas ácidas.

Los procedimientos hasta aquí indicados para el aprovechamiento de los huesos en agricultura son verdaderamente industriales; tratemos ahora de su utilización mediante sencillas preparaciones que pueden practicarse en las granjas.

La única dificultad con que tropieza la utilización de los huesos en las granjas es la pulverización, que es casi imposible con los huesos frescos; para llevarla á cabo es necesario privarlos antes de la grasa haciéndolos hervir, después de haberlos triturado groseramente. El líquido que contiene la grasa y parte de la gelatina separadas de los huesos debe ser aprovechado en la alimentación de los cerdos ó para regar el estiércol. Se puede también separar las materias grasas tostando ligeramente los huesos al calor de un horno de modo que no se desprenda el nitrógeno que contienen. Por este tratamiento los huesos se hacen friables y pueden ser reducidos á polvo por medio de un quebrantador, de un rodillo ó de un simple martillo; para convertir-

los en polvo más fino se someten á la acción de un molino harinero. Los quebrantadores que se recomiendan para la pulverización de los huesos en pequeña escala, y por consiguiente para las explotaciones agrícolas, son: el de *rodillos* estriados de acero que giran en sentido contrario dentro de una caja; el de Rohat, que se compone de un *yunque* de fundición de cabeza acanalada y un *machacador* armado con puntas de diamante.

También se puede utilizar los huesos por medio de procedimientos químicos. Girardin recomienda el siguiente, que evita la trituración de los huesos. Se ponen los huesos, tales como son, á remojo en agua acidulada con ácido clorhídrico del comercio (el líquido debe marcar 10° del areómetro) hasta que se vuelvan blandos y flexibles como el junco. El ácido disuelve todas las sales ferrosas que dan dureza á los huesos y deja la materia nitrogenada. La mezcla de los productos líquido y sólido se incorpora al estiércol. También se puede separar la materia nitrogenada y, después de lavada en dos ó tres aguas, echarla en las calderas donde se cuecen las raíces destinadas á los cerdos; el líquido ácido se satura por una lechada de cal ó por el fosfato natural y se obtiene un fosfato precipitado.

Los cultivadores ingleses emplean generalmente el procedimiento Richmond: 220 kilogramos de huesos groseramente triturados son rociados con 37 litros de agua, y á las veinticuatro horas se introducen, por porciones, en un tonel que contiene 70 kilogramos de ácido sulfúrico concentrado; á los ocho días, el magma se incorpora al estiércol ó se emplea directamente después de haber sido absorbido por la tierra seca ó por el fosfato mineral. Las cantidades indicadas de las distintas materias son las necesarias para fertilizar una hectárea.

**Negro animal.**—El *negro animal* ó *negro de refineries* es el producto que resulta de calcinar los huesos en recipientes cerrados. Reducido á pequeños fragmentos y mezclado con sangre de ganado vacuno se usa el negro animal en las fábricas de azúcar para la clarificación de esta sustancia; los residuos pueden emplearse en agricultura como abono de tales condiciones fertilizantes que sustituye con ventaja á los huesos.

Veamos cómo obra el negro animal. Cuando no procede de las refineries de azúcar y es pobre, por consiguiente, en materias fermentescibles, el negro animal obra por el nitrógeno y el fos-

fato de cal que contiene; es principalmente la acción del fosfato de cal la que prevalece. Pero cuando es el residuo de la clarificación, rico en materia orgánica, la propiedad fertilizante del negro animal es debida á causas múltiples. Estos residuos de la clarificación contienen sangre coagulada, carbón poroso, jarabe en fermentación, ácidos que se derivan, fosfatos térreos, todo lo cual contribuye á comunicar al abono una acción favorable. La descomposición lenta de las materias azucaradas y nitrogenadas que contiene produce ácidos carbónico, acético, butírico, etc. Estos ácidos producidos por la fermentación, la materia orgánica, el sacarato de cal, las sales amoniacales, todo concurre á disolver el fosfato de cal. La materia nitrogenada del negro de refineries desempeña, pues, tanto por su acción directa como materia asimilable, tanto por su acción intermediaria al contribuir á disolver el fosfato de cal, un papel de los más importantes en la utilización agrícola de este abono.

El negro animal es un excelente abono para las tierras recién roturadas; sin embargo, es una materia fertilizante que debe emplearse con precaución. Su efecto es inmediato en los suelos que ofrecen condiciones bien marcadas de acidez, y en los que abunda la materia orgánica, donde los fosfatos están sometidos á influencias disolventes muy enérgicas. Por el contrario, donde predomina la caliza ó el suelo es suficientemente rico en fosfatos asimilables, conviene emplear en vez del negro los abonos nitrogenados. La cal perjudica la acción de este abono.

Este abono conviene al cultivo de las gramíneas y crucíferas. Se usa pulverizado, repartiéndolo á voleo ó, mejor todavía, mezclado con las semillas humedecidas algunas horas antes de la siembra; de esta última manera obra con mayor energía y con más protitud. 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 amoniacales solubles, y de intervenir en la transformación y disolución del fosfato de cal.

El negro animal se adultera con frecuencia; conviene analizarlo antes de su empleo.

**Materias fecales del hombre.**—El aprovechamiento de las materias fecales del hombre ofrece una importancia de primer orden, bien se considere el asunto higiénica ó económicamente. Desde el punto de vista de la salud pública, el desperdicio de las deyecciones humanas y la conducción de las aguas inmundas á los cauces de los ríos da por resultado, además de una pérdida de consideración, la infición de las aguas corrientes, que pueden originar en las comarcas que atraviesan muchas enfermedades. Considerada la cuestión económicamente, el desperdicio del abono humano, dada su composición, representa una pérdida enorme de materias fertilizantes que bien aprovechadas podrían fertilizar considerable número de hectáreas y dar lugar á pingües cosechas. En efecto, en 586 kilogramos se calcula la cantidad de deyecciones sólidas y líquidas que, por término medio, produce anualmente un hombre adulto; esa cantidad de materias fecales contiene próximamente 5,20 kilogramos de nitrógeno, 1,26 de ácido fosfórico y 1,07 de potasa; resulta, por consiguiente, que una población como Madrid pierde al año 2.236 toneladas de nitrógeno, 542 de ácido fosfórico y 460 de potasa, que representan en metálico una suma de consideración.

El aprovechamiento de las materias fecales del hombre en beneficio de la agricultura ha tropezado y sigue tropezando con obstáculos y preocupaciones, originadas por la creencia de que el empleo de las aguas inmundas en el cultivo podría transmitir ciertas enfermedades, ó por lo menos comunicar á las plantas olores y sabores desagradables. Estas creencias son infundadas; la experiencia ha demostrado hasta la saciedad que, utilizadas de una manera inteligente estas materias, su empleo es completamente inofensivo.

Se comprende que la calidad y por consiguiente el poder fertilizante de las materias fecales depende de la naturaleza y abundancia de los alimentos consumidos por los individuos que las proporcionan, como también de su estado de salud. Los agricultores de las inmediaciones de Lille han observado desde hace tiempo que los excrementos de los pobres no valen, como abono, tanto como los de los ricos, lo que es debido seguramente á la naturaleza de los alimentos.

A pesar de la diferencia notable que en valor fertilizante existe

entre las partes líquidas y sólidas de las deyecciones humanas, los dos productos se emplean mezclados.

Esta mezcla puede ser aplicada al estado fresco y al estado seco. Al estado fresco, las deyecciones ofrecen un aspecto pastoso ó líquido, según los casos, y se las puede aplicar por medio de toneles ó por canalización; en el primer caso constituyen las *inmundicias*, ó materias fecales propiamente dichas, de que es tipo el *abono flamenco*, así llamado porque en esta forma se utilizaron por primera vez en Flandes las deyecciones humanas; aplicadas al estado fresco por canalización constituyen las *aguas fecales*, tales como las procedentes de las alcantarillas que se emplean en el riego directo. Al estado seco, las materias excrementicias forman la *poudrette* ó *fenta*, que es la parte sólida de las deyecciones desecada al aire libre.

El procedimiento empleado para recoger las deyecciones tiene gran importancia, según veremos, desde el punto de vista agrícola é higiénico. Siguiendo en parte á Müntz y Girard, pueden agruparse los sistemas más empleados, de la manera siguiente:

- 1.º Sistema de depósitos fijos.
- 2.º Sistema divisor ó de filtros.
- 3.º Sistema de depósitos móviles.
- 4.º Aprovechamiento de las aguas fecales de las alcantarillas en el riego directo.
- 5.º Sistema de canalización tubular y neumática.

Vamos á ocuparnos ligeramente de cada uno de estos sistemas y de los abonos á que dan lugar.

El sistema de depósitos fijos ó de cisternas tiene el inconveniente de exigir la extracción y por consiguiente la manipulación de las materias acumuladas; es muy antiguo y en la actualidad el más usado en Alemania; en él se funda la preparación del *abono flamenco*.

El *abono flamenco*, usado desde hace mucho tiempo en Flandes y en la Alsacia, se prepara en cisternas ó depósitos que los labradores construyen en sus tierras. Estas cisternas, abovedadas y bien construídas para evitar las filtraciones, tienen dos aberturas, una superior para la carga y descarga y otra en uno de los costados para facilitar la entrada del aire y la salida de los gases desprendidos del interior. A estas cisternas se llevan las materias fecales frescas de las poblaciones en toneles á propósi-

to, dispuestos sobre un armazón de carro. Introducidas las deyecciones en estos depósitos, sufren una fermentación que las hace pasar al estado semifluido. La fermentación es cuidadosamente dirigida por los agricultores, que observan de tiempo en tiempo la densidad de los materiales. Para que éstos adquieran una consistencia conveniente se les añade agua si están muy concentrados y turba, tierra ó residuos de vegetales cuando se hallan muy diluïdos, y para que la mezcla resulte perfecta y homogénea se revuelven por medio de largas perchas.

Las cisternas nunca se vacían por completo; conviene dejar en el fondo alguna cantidad que sirva de fermento á las nuevas materias que se van añadiendo.

La distribución de este abono por las tierras donde ha de ser empleado se puede verificar: por toneles montados sobre un armazón de carro tirado por caballerías y provistos de aparatos distribuidores que reparten el líquido fertilizante en forma de lluvia; por toneles más pequeños colocados sobre carretillas conducidas por el obrero; y, también, por depósitos que los obreros llevan á la espalda, provistos de un tubo con su llave correspondiente para dar salida al líquido.

A causa de los gastos que ocasiona su preparación, transporte y distribución, el abono flamenco se emplea principalmente para el tabaco, la colza, el lino y en general para todas las plantas industriales que dan productos de mucho valor; da también buenos resultados sobre la remolacha forrajera. La distribución se verifica en el otoño; se debe aplicar de preferencia antes de la siembra. La dosis varía con el grado de fertilidad del suelo; por término medio se recomienda 15 á 30 metros cúbicos por hectárea.

Como es un abono principalmente nitrogenado, debe emplearse con precaución en los cereales para no provocar el *encamado*; no conviene para las leguminosas, pues estas plantas no tienen, en general, necesidad de abonos nitrogenados; aumenta el rendimiento en peso de la remolacha azucarera, con perjuicio de la riqueza sacarina; donde su empleo resulta más beneficioso es en el cultivo hortícola y forrajero. La acción de este abono es muy rápida, pero no dura más de un año.

En algunas poblaciones alemanas se ha mejorado notablemente el sistema de los depósitos fijos, empleando para la extracción

de las materias recipientes neumáticos ú otros aparatos que permiten vaciar los depósitos en cualquier tiempo sin grande incomodidad para el vecindario.

También en España se practica de esta manera la extracción de las materias fecales contenidas en los depósitos. En varias poblaciones de Cataluña, y especialmente en Barcelona, las aguas inmundas depositadas en los llamados *pozos negros* son extraídas por medio de tuberías de hierro que partiendo del pozo pueden ponerse en comunicación con unos *carros-cubas* del mismo metal en que previamente se ha enrarecido el aire. Puestas en comunicación las cubas neumáticas con las tuberías, las deyecciones son arrastradas por aspiración al interior de las cubas, sin producir olor ni causar molestias al vecindario. Llenas las cubas, son transportados los materiales extraídos á los terrenos en que deben emplearse.

El sistema *divisor* consiste esencialmente en la separación de las materias líquidas y sólidas de las deyecciones para no emplear más que estas últimas, después de desecadas. Por este procedimiento es como más ordinariamente se prepara el abono llamado *poudrette* ó *fenta desecada*.

La *poudrette* de los franceses y *fenta* de los españoles es la parte sólida de las deyecciones humanas desecada al aire libre. Se obtiene este abono en una serie de depósitos escalonados, de mucha superficie y poco fondo, que comunican entre sí por medio de compuertas, de manera que el contenido pueda pasar con facilidad de los unos á los otros. Depositadas las deyecciones en el estanque superior, se precipitan en el fondo gran cantidad de materias sólidas. Pasado algún tiempo, se deja pasar la parte líquida al depósito inmediato, por medio de la compuerta correspondiente. En este segundo depósito se repite la operación, y así sucesivamente hasta llegar al último. El líquido sobrante se deja perder unas veces y otras se recoge para destinarlo al riego.

Las materias sólidas precipitadas en el fondo de los depósitos se recojen por medio de dragas; se distribuyen en eras algo inclinadas para facilitar el escurrido de las aguas pluviales, y se remueven de tiempo en tiempo hasta que se desequen por completo, lo que tiene lugar á los cuatro ó cinco años. Conseguida la desecación, se pulverizan y se empaquetan. La materia sólida y pulverulenta obtenida constituye la *poudrette*.

También se puede verificar la separación de los materiales empleando los aparatos denominados *cubetas-filtros*, que consisten en un recipiente con un tabique vertical formado por una especie de filtro ó celosía que deja pasar las materias líquidas de las deyecciones; la parte sólida es recogida y transformada en *poudrette* como en el caso anterior.

Este sistema de aprovechamiento de las materias fecales es contrario á la higiene y antieconómico. Las emanaciones desprendidas por la putrefacción de estas materias inficionan el aire y hacen perder al mismo tiempo á las deyecciones gran parte de su riqueza fertilizante, con perjuicio de la calidad del producto obtenido; las lluvias, por otra parte, arrastran los elementos solubles (nitrógeno y potasa) de las materias sólidas extendidas en las eras. Esto sin contar con que los principios útiles se hallan sobre todo en los excrementos líquidos; de modo que los materiales recogidos con las dragas, que son los que se convertirán en *poudrette*, no representan más que una débil parte de las sustancias fertilizantes de las deyecciones.

El procedimiento se ha mejorado recientemente. Para acelerar la operación se mezclan polvos carbonosos á las materias sólidas obtenidas. Las aguas sobrantes se tratan por la cal, y el amoníaco que desprende se somete á la acción de un ácido sulfúrico de poco valor para que se convierta en sulfato; el sulfato de amoníaco se obtiene en la proporción de 9 á 11 kilogramos por metro cúbico. A veces en vez de carbón se añade á las *poudrettes* turba, yeso ú otras sustancias absorbentes; otras veces se mezclan fertilizantes, tales como los superfosfatos, que sirven para enriquecerlas en ácido fosfórico y retener el amoníaco, y los fosfatos naturales, que no producen otro efecto que aumentar su riqueza en ácido fosfórico.

La riqueza de las diferentes *poudrettes* en nitrógeno, ácido fosfórico y potasa varía notablemente, según la manera de prepararlas y las sustancias que se mezclan á las deyecciones.

Generalmente la *poudrette* se reparte por el suelo en el momento de las labores; ordinariamente se distribuyen á voleo, triturándolas previamente si están en terrones. La dosis habitual varía entre 18 y 25 hectolitros por hectárea, ó sea 1.400 á 2.000 kilogramos próximamente. Este abono obra rápidamente; su acción no dura más de un año.

El procedimiento que hemos dado á conocer para la obtención de la *poudrette* es el más usual. En estos últimos años se ha comenzado á emplear varios sistemas de fabricación perfeccionados, cuya generalización sería beneficiosa para la higiene y para la agricultura.

Uno de estos sistemas, seguido en París, consiste esencialmente en lo siguiente: la parte espesa procedente de los depósitos de decantación de las materias fecales, conteniendo todavía 87 por 100 de humedad, es tratada por el ácido sulfúrico hasta la reacción ácida, con objeto de retener al estado de sulfato el amoníaco; después se concentra en depósitos herméticamente cerrados calentados por el aire caliente; y por último, es transportada á un secadero de hierro, donde se deseca hasta que no contenga más de 20 por 100 de humedad. Los gases que se desprenden se queman al pasar por un fogón y se evita todo contacto de las materias con el aire. La *poudrette* obtenida contiene, por término medio, 4,30 por 100 de nitrógeno y 4,10 por 100 de ácido fosfórico, mientras que la preparada por los procedimientos ordinarios sólo tiene, por término medio, 1,6 de nitrógeno y 3,7 de ácido fosfórico.

En algunas poblaciones de Alemania se sigue un procedimiento parecido, sólo que se opera sobre las materias sólidas y líquidas mezcladas. El producto obtenido, finamente pulverizado, recibe el nombre de *extracto fecal* y contiene, por término medio, 7,4 por 100 de nitrógeno, 2,4 de ácido fosfórico y 3,5 de potasa. Cuando á este extracto se le añade superfosfato ó polvo de huesos, la mezcla es conocida con el nombre de *guano fecal*, porque su composición se aproxima mucho á la del guano.

También se desecan las materias fecales sin añadirles previamente ácido sulfúrico en aparatos de forma muy variada. En Inglaterra se empieza para desecar rápidamente las barreduras de las calles, los despojos de los mataderos, las materias fecales y otras sustancias muy húmedas, una máquina que consiste en un gran tambor cilíndrico, que gira horizontalmente y está provista de paredes dobles por entre las cuales circula el vapor; la materia colocada en el interior es agitada fuertemente por paletas huecas por las cuales circula también el vapor; la temperatura se eleva á 130° y la masa se deseca rápidamente. Los gases se queman en el fogón del generador antes de que se escapen por la chimenea.

En estos últimos tiempos se ha recomendado un sistema que realiza un positivo progreso, tanto considerado higiénicamente como desde el punto de vista agrícola. En vez de llevar las materias fecales á los depósitos de decantación para separar la parte sólida de la líquida y no emplear más que esta última en la obtención del sulfato de amoniaco, se conduce las deyecciones directamente y tales como son á grandes aparatos, donde se cuecen en contacto con la cal; el amoniaco se desprende y se somete á la acción del ácido sulfúrico para que se convierta en sulfato; en el aparato queda un precipitado sólido y un líquido claro; el precipitado, después de privado por la presión de la mayor parte del líquido que lo impregna, es desecado. La *poudrette* así obtenida es más pobre en nitrógeno, porque gran parte de este elemento se ha separado al estado de sulfato de amoniaco; la potasa queda casi completamente en las aguas sobrantes.

Con este sistema, recomendado por la comisión de salubridad de París, se obtienen las siguientes ventajas: supresión de los depósitos al aire libre, que son una causa de infección; destrucción, por la cocción, de los gérmenes de enfermedades infecciosas, y aprovechamiento de los principios fertilizantes contenidos en las materias fecales, excepto de la potasa que, como se ha dicho, es arrastrada por las aguas que quedan de residuo. Este procedimiento no ha recibido todavía aplicación industrial.

Otros muchos procedimientos que responden á las exigencias de la higiene, al mismo tiempo que satisfacen las necesidades de la agricultura, se han ideado para transformar las materias fecales en *poudrette* y poderlas así transportar á grandes distancias.

*Sistema de depósitos móviles.*—Los dos procedimientos que acabamos de describir y que sirven para la preparación del abono flamenco y de la *poudrette*, se aplican especialmente en las grandes poblaciones. En las pequeñas localidades, donde el alcantarillado es imperfecto ó no existe, y mejor aún en las viviendas de los agricultores diseminadas por el campo, puede emplearse el sistema de las *letrinas móviles*, el cual permite una recolección completa de las deyecciones y su empleo en las tierras de cultivo. En este sistema las materias fecales se recogen en recipientes de forma variada, de un metro cúbico de capacidad, herméticamente cerrados y renovados con frecuencia; el contenido

se retira al estado fresco, esto es, antes de que la fermentación se desarrolle por completo.

Este sistema no deja nada que desear desde el punto de vista higiénico cuando se toman las medidas necesarias para que las emanaciones y los gases que se desprenden de los recipientes no se repartan por el aire de las habitaciones. Esto puede conseguirse con diferentes procedimientos de desinfección bien aplicados y que consisten, por lo general, en colocar dentro de los recipientes materias absorbentes y desinfectantes que retarden la descomposición y que impidan el desprendimiento de los gases infectos que se producen por la putrefacción de las materias fecales. Estas materias absorbentes y desinfectantes, al mismo tiempo que retrasan la putrefacción de las deyecciones, fijan el amoniaco, impidiendo que se empobrezcan en este elemento tan importante, y desecan con prontitud las materias fecales, convirtiéndolas en un abono fácil de transportar y de distribuir.

Las sustancias absorbentes y desinfectantes que se mezclan á las deyecciones son numerosas; la proporción en que se empleen debe ser tanto mayor cuanto menor sea su propiedad absorbente. La más frecuentemente utilizada es la tierra seca, en la proporción de 250 á 350 kilogramos por persona y por año. Es preferible emplear el mantillo, porque es más absorbente y se necesita por eso menores cantidades. El polvo de turba reúne excelentes condiciones; transforma la masa tratada por ella en una materia porosa y muy dividida; su poder fijador es tal que absorbe de 7 á 9 veces su peso de líquido, y retiene el amoniaco; de 50 á 60 kilogramos por persona y por año son suficientes. En lugar de la turba, se puede utilizar el serrín de madera, empleando algo mayor cantidad, ó el tan seco en la misma proporción. También puede servir para este objeto la arcilla, el polvo de todas clases, los residuos carbonosos, las cenizas, las barreduras de las habitaciones, la paja cortada y demás residuos vegetales, etc.

En lugar de estas materias, absorbentes y desinfectantes á la vez, se puede emplear productos químicos que den por resultado atenuar el olor y fijar al mismo tiempo el amoniaco.

El agente más comúnmente empleado en la desinfección de las letrinas y de las deyecciones humanas es el sulfato de hierro, ó caparrosa verde ó vitriolo verde; este cuerpo evita todo olor desagradable y fija el amoniaco; basta para ello verter en los re-

recipientes, poco tiempo antes de vaciarlos, una disolución de 2 á 3 kilogramos de sulfato de hierro en agua por hectolitro de materia fecal. La desinfección se verifica rápidamente agitando la mezcla después de haber vertido la disolución del sulfato de hierro. Si se quiere evitar todo olor durante la acumulación de las deyecciones é impedir una descomposición amoniacal muy rápida, hay que aplicar el sulfato todos los días, empleando cada vez una disolución de 100 gramos de vitriolo de hierro en un litro de agua por cada cuatro personas.

Las sales de zinc producen un efecto análogo: fijan el hidrógeno sulfurado, al cual deben en gran parte su olor repugnante las materias fecales, y retienen el amoníaco, que se combina con el ácido de las sales.

La acción del yeso es menor porque retiene imperfectamente el hidrógeno sulfurado y el amoníaco.

En cambio el ácido fénico es más eficaz; una disolución acuosa al 1 por 100 mata los microorganismos; medio litro de una disolución fenicada, preparada con el empleo de una parte de ácido fénico bruto por 20 de agua, desinfecta las materias fecales diarias de ocho personas. Por lo general se emplean mezclados el ácido fénico y el sulfato de hierro. Según experiencias directas, el abono fenicado no impide la germinación de las semillas ni perjudica á la vegetación, á no ser que se emplee en cobertera.

El yeso cocido mezclado con 15 á 20 por 100 de polvo de carbón da mejor resultado que el yeso solo. Los polvos desinfectantes de Herpin se componen de 6 kilogramos de yeso pulverizado y 1 de carbón en polvo, para 100 kilogramos de deyecciones.

Girardin recomienda el empleo de una mezcla íntima formada de 12 kilogramos de polvo de carbon, 1 de yeso crudo en polvo y 1 de sulfato de hierro, también pulverizado; se emplean 5 kilogramos por hectolitro de materias fecales. Para que el gasto sea menor, se puede reemplazar el carbón por otra materia absorbente y porosa, tal como turba, el tan, el serrín, el hollín, etc.

Los polvos desinfectantes de Meurein están constituidos por 50 kilogramos de tierra arcillosa, 25 de sulfato de hierro, 10 de yeso y 2 de carbón animal; se emplea poco más de un kilogramo por hectolitro.

Una mezcla de carácter general y que se refiere al hectolitro de materias fecales es la siguiente:

Yeso.....	2 kilog.
Sulfato de hierro.....	1 —
Materias absorbentes: arcilla calcinada, turba, carbón, serrín, tan, etc.....	5 á 10 —

Sean unas ú otras las materias desinfectantes y absorbentes empleadas, deben irse añadiendo de tiempo en tiempo en proporción con la cantidad de materias fecales existente en el recipiente. Cuando éste se halla próximo á llenarse, se retira y se tapa lo más herméticamente posible. El producto obtenido se conduce al campo para emplearlo aisladamente ó se mezcla á los estiércoles para aumentar su poder fertilizante.

Cuando se emplean aisladamente las materias fecales desinfectadas y saturadas por el sulfato de hierro, Mr. Schatenmann indica la proporción de 200 hectolitros de mezcla líquida, que marque 2 grados al pesasales de Baumé, como la más conveniente para una hectárea de prado. Según el mismo agrónomo, basta la mitad de dicha dosis por hectárea de trigo, cebada ó avena. Una proporción mayor doblaría las cañas de los cereales.

Mr. Herpin indica, para su *poudrette desinfectada*, la dosis de 5 á 6 metros cúbicos por hectárea, ó sea de 50 á 60 hectolitros.

Indicadas las materias absorbentes y desinfectantes más empleadas y las mezclas que con ellas se hacen para obtener un resultado más completo, veamos ahora cuáles son los procedimientos más usados para aplicar el sistema de letrinas móviles.

El *sistema á la tierra ó de Moule*, que los chinos empleaban hace muchísimo tiempo y que ahora se usa en Inglaterra, consiste en ir mezclando las deyecciones en los mismos vasos de recepción, á medida que se van reuniendo, con tierra arcillosa bien seca. Cuando el recipiente está lleno se vacía y el contenido se aplica directamente como abono, ó después de desecado se emplea como escipiente una ó dos veces en lugar de la tierra, introduciéndolo en los vasos de recepción para aumentar su riqueza fertilizante y disminuir los gastos de transporte.

Este procedimiento de utilización de las materias fecales es recomendable, porque es de fácil aplicación y la mezcla obtenida no exhala mal olor. Una cantidad de 250 kilogramos de tierra por individuo y por año es suficiente.

El sistema *Rochdale* consiste en colocar en los recipientes portátiles cenizas para que absorban las materias fecales; se añade ácido sulfúrico para saturar el amoniaco, carbón en polvo y se deseca la mezcla al aire libre.

El mejor procedimiento de letrinas móviles es sin disputa el de Goux. Para aplicar este sistema el asiento del retrete ha de estar formado por una tabla movable que se pueda abrir y cerrar lo mismo que el cajón de una mesa. Debajo de la abertura del retrete se coloca, suspendido por sus dos asas, un tonel cuyo fondo y paredes se hallen revestidas de sustancias absorbentes. Para formar el almohadillado que guarnece interiormente el tonel se emplea un molde de la misma forma que éste, pero más pequeño. Introducido el molde en el hueco que queda entre éste y las paredes del tonel, se colocan bien apretadas las materias absorbentes, se saca el molde y el tonel está ya en disposición de ser colocado debajo de la tapa del retrete. Una vez lleno de materias fecales, se sustituye por otro y se le lleva al terreno que se ha de abonar ó se descarga en depósitos adecuados.

Goux recomienda para revestir los toneles la turba, las barrederas de habitaciones, las pajas y otros residuos vegetales, el yeso y la creta, añadiendo á todas estas sustancias el 3 por 100 de sulfato de hierro y polvo de carbón vegetal. Estas materias absorbentes y desinfectantes evitan los olores desagradables y la pérdida de elementos fertilizantes.

La mezcla de las deyecciones con sustancias absorbentes diversas da lugar á abonos que han recibido nombres distintos; entre ellos se encuentran el *negro animalizado* y el *taffo*.

El *negro animalizado* consiste en una mezcla íntima de las materias fecales procedentes de las letrinas con turba muy negra. Se obtiene de una manera análoga á la empleada para la confección de los morteros de cal que se usan en las construcciones. Se dispone la turba mezclada con tierra en montones provistos de una cavidad en el centro, donde se vierten las deyecciones, y por medio de una larga batidera se mezclan con la turba y con la tierra. La masa resultante se deja secar y después, pulverizada y tamizada, se aplica como abono en dosis de 12 á 15 hectolitros por hectárea.

El *taffo* es el resultado de mezclar las deyecciones con barrederas de calles ó con otras materias análogas por medio de ama-

sadoras mecánicas; á la mezcla se le da la forma de ladrillos que se espolvorean con cal para facilitar el transporte; para repartir este abono se pulverizan los ladrillos. El *taffo* que fabricaba en otro tiempo la Compañía de los Altos Hornos de Francia contenía además humus de jardín y polvo de fosfato de cal fósil.

*Aprovechamiento de las aguas fecales de las alcantarillas en el riego directo.*—Existen en nuestro país, principalmente en Valencia, Murcia, Cataluña y Andalucía, obras de alcantarillado, que se atribuyen á los árabes, destinadas unas á conducir las aguas sucias de las letrinas hasta los muladares que se hallan extramuros de las poblaciones, donde se dejan desecar, y empleadas otras, como sucede en Jaén y en otros puntos, para llevar las aguas fecales á los puntos de desagüe de las fuentes, donde se diluyen, sirviendo después para el riego de las huertas. Se puede afirmar, por consiguiente, que la conducción de las aguas fecales por alcantarillas para ser empleadas en el riego directo existe en España desde muy antiguo.

Pero donde la utilización de las deyecciones humanas diluídas en agua, por medio de una canalización completa, tuvo lugar por primera vez parece que fué en Inglaterra, en 1856, en la granja de Vaujours, cerca de Bondy. La instalación, verificada por Moll y Mill, costó 45.000 francos, y el ensayo no dió, desde el punto de vista financiero, provechosos resultados.

A pesar de esto, el sistema ha sido empleado en mayor ó menor escala en Londres, París, Berlín, Hamburgo y otras poblaciones para regar ciertas extensiones de tierras dedicadas al cultivo.

Este procedimiento no se puede aplicar si no se dispone de suficiente cantidad de agua para que las deyecciones, conducidas por una canalización subterránea, vayan muy diluídas. En este caso es el sistema más simple que se puede emplear en las grandes poblaciones para el aprovechamiento de las materias fecales, y aunque no deja de ofrecer peligros para la salud pública, siempre resulta más higiénico y más beneficioso para la agricultura que el dejar perder las deyecciones para que vayan á inficionar las aguas de los ríos y puedan desarrollar enfermedades en las comarcas por donde atraviesan.

Ultimamente se ha puesto en práctica este procedimiento en Reims. Las aguas del alcantarillado de la población son condu-

cidas por dos grandes acueductos, uno que recibe las aguas de la parte alta de la villa y el otro las de la baja. Las primeras van á parar á un depósito desde el cual se distribuyen por el terreno que han de regar; las segundas llegan á otro depósito donde por medio de bombas son elevadas á la altura conveniente para regar las tierras más altas; las tierras más bajas reciben el agua sobrante de las regadas por los dos depósitos. La distribución de las aguas se hace por medio de tres redes de tubos, una para las tierras altas, otra para las intermedias y la tercera para las más bajas; la longitud total de la primera es de 9 kilómetros, la segunda de 8 y la tercera de 10. La red comienza por un tubo de 1,20 metros de diámetro que se bifurca en otros de 0,80, después siguen otros de 0,60, 0,40 y por fin de 0,30; éstos terminan en unos depósitos muy pequeños provistos de varias aberturas por donde salen las aguas inmundas para distribuirse por los regueros principales del terreno, pasan luego á los secundarios y, por último, á los surcos abiertos entre los lomos donde se encuentran las plantas. Las regueras y los surcos se disponen de modo que el agua llegue á las raíces sin tocar al resto de la planta; es decir, que el riego se verifica por filtración. Un canal que rodea á toda la extensión regable y cuyo fondo está cerca de dos metros más bajo que el terreno, recoge las aguas sobrantes después que han servido para el riego. Las aguas, que al empezar á circular por las regueras principales son negras, sucias y dañinas, puesto que contienen todas las inmundicias de la población, llegan al canal de desagüe, después de haberse filtrado á través del terreno, limpias, claras y cristalinas y en excelentes condiciones de potabilidad.

La aplicación de este procedimiento de utilización de las materias fecales resulta bastante cara; pero de esta manera se libran las poblaciones de las aguas inmundas y no se infestan los ríos inmediatos.

También se pueden utilizar las aguas fecales de las alcantarillas por el procedimiento de Mr. Wicksteed. Según este ingeniero inglés, la adición de una pequeña cantidad de lechada de cal á las aguas fecales produce un precipitado fácil de recoger, que permite clarificarlas rápidamente, desinfectarlas y extraer en poco volumen la mayor parte de los principios fertilizantes. Este procedimiento, puesto en práctica en Leicester, ciudad de 65.000

habitantes, ha proporcionado anualmente 4.500.000 kilogramos de materias fertilizantes al estado sólido. Hervé-Mangon, que ha repetido este procedimiento en París, ha demostrado que bastan 4 ó 5 decigramos de cal pura por litro de aguas fecales para precipitar rápidamente todas las materias en suspensión y más de la cuarta parte de las sustancias disueltas. Pero, según parece, el valor fertilizante de las materias obtenidas no compensa los gastos que exige el empleo de este procedimiento; al estado seco contienen, al máximo, de 1 á 1,5 por 100 de nitrógeno y 4 á 6 de fosfato de cal. No se conoce ningún medio práctico de precipitar el amoniaco, que existe en proporción relativamente elevada, ni la potasa. Además, el líquido clarificado contiene notables cantidades de cuerpos fermentescibles, perjudiciales desde el punto de vista higiénico.

*Sistema de canalización tubular y neumática.*—Todos los sistemas enumerados dejan bastante que desear, tanto con relación á la higiene como desde el punto de vista de la utilización de las materias fecales; ninguno evita por completo el desprendimiento de gases fétidos, con frecuencia cargados de miasmas y de gérmenes de enfermedades que se distribuyen por las habitaciones y por las calles, con grave peligro de la salubridad de las poblaciones. El único que satisface todas las exigencias es el *sistema diferencial* de Liernur, ó *sistema de canalización tubular y neumática*.

Este sistema consiste en una red de tubos de hierro de 14 á 15 centímetros de diámetro que parte de una estación central situada extramuros de la población y se ramifica por el interior de ésta para comunicar con las letrinas por medio de los tubos de caída que tienen las casas. En el momento en que las deyecciones llegan á la base del tubo de caída que parte de la letrina pasan, por medio de una válvula de cerradura automática, á un pequeño depósito que comunica con la cañería. Poderosas bombas hidroneumáticas situadas en la estación central que se halla fuera de la población enrarecen el aire de los tubos y vacían la cañería arrastrando por aspiración las materias fecales para arrojarlas en depósitos ó estanques de mampostería.

Las materias acumuladas en estos depósitos colectores se venden á los agricultores, que las emplean por el método flamenco ó para preparar compuestos fertilizantes. Pero es preferible, como se hace en París, desecarlas inmediatamente de recogidas,

en máquinas especiales, para transformarlas en una *poudrette* de excelente calidad.

Este sistema recoge las inmundicias sin ninguna molestia para los habitantes, evita la infección del aire, del suelo y de las aguas públicas y permite sin pérdida alguna la utilización agrícola de todos los residuos de las poblaciones; satisface, por consiguiente, todas las exigencias higiénicas y agrícolas. No es tampoco caro ni complicado; el diámetro de los tubos de conducción es reducido y no obliga á abrir costosos canales y los gastos de entretenimiento son de poca consideración. En Amsterdam, donde se halla establecido desde hace veinte años con excelente resultado, no cuesta este servicio más que 72,5 céntimos por año y por habitante, comprendiendo el interés y la amortización de los gastos de instalación. Con parecidos resultados funciona en Berlín, Viena, Praga y Florencia, así como en París, donde lo instaló en 1882 el ingeniero Berliet.

**Orinas.**—Por lo general se utilizan mezcladas las deyecciones humanas sólidas y líquidas, según hemos visto; pero también se pueden aprovechar las orinas de los urinarios públicos teniendo cuidado de diluirlas en agua. Las orinas son más ricas en materias fertilizantes, especialmente en nitrógeno, que los excrementos sólidos.

Cuando las orinas se hallan expuestas al aire experimentan la acción de un *fermento* que las descompone. El producto principal de esta descomposición es el carbonato de amoníaco, sustancia muy volátil y rica en nitrógeno que al agricultor interesa conservar.

Se evita la volatilización del carbonato de amoníaco añadiendo á las orinas diferentes sustancias que transforman el carbonato de amoníaco en sales amoniacales más fijas, y por consiguiente más fáciles de conservar. Las cantidades que de estas sustancias se deben añadir á cada hectolitro de orina fresca para su conservación son las siguientes:

De 40 á 50 gramos de yeso,  
ó de 40 á 50 gramos de sulfato de sosa,  
ó de 35 á 40 gramos de caparrosa verde,  
ó de 35 á 40 gramos de sulfatos brutos de zinc y de magnesia,  
ó de 30 á 40 gramos de ácido clorhídrico,  
ó de 12 á 15 gramos de ácido sulfúrico.

Las dos últimas sustancias se aplican al natural; la segunda y la tercera, después de haberlas mezclado con un poco de agua, y la primera y la cuarta finamente pulverizadas. Después de aplicadas se agita vivamente la mezcla, repetidas veces si se trata del yeso.

La mezcla de los sulfatos brutos de zinc y de magnesia, además de ser una de las sustancias más eficaces, tiene la ventaja de no enrojecer los urinarios, como sucede con la caparrosa verde, que es la que primeramente se había empleado.

Tratadas las orinas por estas sustancias, se pueden conservar en los depósitos, sin pérdida de amoníaco, todo el tiempo que sea necesario si se tiene cuidado de añadir, á medida que se van reuniendo nuevas cantidades de orinas, nuevas dosis proporcionales de la sustancia desinfectante y conservatriz.

Para facilitar el transporte de las grandes cantidades de orina que pueden suministrar los talleres, las cárceles, los hospitales y los colegios, aconseja Mr. Stenhouse añadir á la orina fresca una lechada de cal, en tanto que se obtiene un precipitado. Escurredo y desecado este precipitado constituye un abono muy eficaz y de fácil transporte.

Mr. Boussingault ha propuesto otro medio de recoger á la vez los fosfatos de la orina y una gran parte del amoníaco que se forma durante su putrefacción. Consiste en verter una disolución de muriato de magnesia. Se agita la mezcla después de esta adición. Al cabo de cuatro ó cinco días la orina se hace lechosa, y á partir de este momento se forma un depósito de fosfato de amoníaco y de magnesia que aumenta rápidamente; el depósito concluye de formarse al cabo de un mes á lo más. Se escurre la parte líquida y el depósito se deseca al aire ó al sol. Este depósito, que asciende próximamente al 7 por 1.000 del peso de la orina tratada, es uno de los abonos más poderosos para los cereales y otros cultivos, pues contiene los dos principios más útiles á la vegetación: el nitrógeno y el ácido fosfórico.

Los dos procedimientos que acabamos de indicar sólo son ventajosos cuando el transporte de las orinas es caro ó difícil. Cuando los establecimientos que proporcionan las orinas están próximos á las explotaciones agrícolas y la cuestión del transporte es asunto secundario, es preferible emplear las orinas al estado líquido sin preparación alguna, ó cuando más adicionadas con los

sulfatos brutos de zinc y de magnesia para evitar el desprendimiento de los vapores amoniacales.

No conviene emplear las orinas al natural sobre las praderas y cultivos herbáceos, porque el carbonato de amoniaco que se desprende corroe y desorganiza las hojas y brotes tiernos y puede hacer perecer las plantas. Se evita este inconveniente añadiendo á las orinas cuatro veces su volumen de agua. De esta manera se pueden aplicar ventajosamente sobre las praderas naturales y artificiales en primavera y en dosis que varían de 100 á 300 hectolitros por hectárea, según la riqueza del suelo y la del abono.

Las orinas diluidas en agua se aplican en Flandes sobre las praderas artificiales, alternando su empleo con el del yeso; los resultados obtenidos son altamente satisfactorios.

Las lechugas y las coles adquieren con este abono dimensiones extraordinarias.

Si en vez de emplear las orinas sobre las praderas ó los cultivos verdes, se aplican sobre los barbechos antes de la última labor que precede ó que acompaña á la siembra, no hay necesidad de diluirlas en agua; pero conviene, para retrasar su descomposición y evitar la pérdida de los productos volátiles, labrar el terreno inmediatamente de aplicado el abono. Con esta precaución la descomposición es menos rápida y los productos volátiles van siendo absorbidos y retenidos á medida que se producen por la capa de tierra que cubre el abono.

Los abonos llamados *uratos* no consisten más que en orinas tratadas por el yeso y solidificadas. Se obtienen añadiendo 16 ó 17 kilogramos de yeso á cada hectolitro de orina; se bate la mezcla, se deja reposar y después se separa la parte líquida, que no se utiliza; la parte sólida desecada y triturada se emplea como abono.

**Deyecciones de los animales.**—Todas las deyecciones de los animales domésticos pueden emplearse como abono, unas directamente, las otras destinándolas á la confección de los estiércoles. Los excrementos del ganado caballar, vacuno y de cerda no son sino muy raramente y en casos excepcionales empleados solos como materias fertilizantes; lo más frecuente es que entren en la composición del estiércol; por eso dejaremos el tratar de ellos para cuando nos ocupemos de este abono. No su-

cede lo mismo con los excrementos del ganado lanar y cabrío y con las deyecciones de las aves de corral; estas materias excrementicias se utilizan directamente como abono y de ellas nos vamos á ocupar.

**Sirle.**—Las deyecciones del ganado lanar y cabrío reciben el nombre de *sirle*. Los excrementos de las ovejas y de las cabras ofrecen buenas condiciones de fertilidad aplicados directamente sin más preparación que la que efectúa el ganado al pisotearlos.

Para aplicar este abono se rodean con redes sostenidas por estacas las tierras que se quieren abonar. Dentro del espacio cercado se encierran los rebaños durante la noche para que el ganado deposite las deyecciones y deje el terreno abonado.

Las tierras que se han de abonar deben ser preparadas previamente por una labor que dé soltura al suelo y lo haga más permeable á las orinas y á los excrementos de que ha de quedar impregnado. Después de la salida del ganado se dará otra labor para enterrar las deyecciones y evitar las pérdidas que de lo contrario se originarían por marcharse á la atmósfera parte de los principios fertilizantes.

La extensión del terreno limitado por las redes variará con el número de animales; generalmente se calcula poco menos de un metro cuadrado por cabeza.

Este procedimiento de abonar las tierras se denomina *majadeo*. Se practica durante la primavera, el verano y parte del otoño, hasta que las noches son demasiado frías y pueden alterar la salud de los animales. La duración del majadeo para cada tierra es de una á dos noches, según la cantidad de abono que se quiere aplicar.

El majadeo produce un efecto doble: abona el suelo y da firmeza á las tierras ligeras por el pisoteo del ganado; puede, pues, considerarse como abono y como enmienda, pero su acción como abono es predominante.

Conviene de preferencia el majadeo á las tierras ligeras y secas; en las compactas, sobre todo si son algo húmedas, además de comunicar excesiva tenacidad al suelo, ya demasiado compacto por sí mismo, podría ser causa de enfermedad para el ganado.

Se aplica especialmente en el cultivo de los tubérculos y de las plantas industriales; no conviene á los cereales porque podría

originar la inclinación de los tallos. Se emplean 600 kilogramos por hectárea. Cada 100 ovejas pueden abonar regularmente 4 áreas de terreno en cada noche.

Los efectos del majadeo no duran más allá de un año.

Esta práctica evita el acarreo y la distribución del abono; debe, por lo mismo, reservarse para las tierras lejanas ó poco accesibles, donde sería costoso el transporte de materias fertilizantes.

También se aplica como abono la sirle acumulada en los apriscos ó corrales de campo donde permanecen de noche las ovejas y las cabras. Las deyecciones, que forman una capa comprimida por el pisoteo del ganado, se llevan directamente á las tierras que se han de abonar.

**Palomina.**—Las deyecciones de todas las aves pueden servir de abono, pero las más empleadas son la palomina y la gallinaza.

La *palomina*, ó excremento de las palomas, es un abono muy activo, por lo que debe usarse con precaución; contiene de 8 á 9 por 100 de nitrógeno y gran cantidad de fosfatos. Este abono es caro; sin embargo, su empleo resulta beneficioso en el cultivo de las huertas y en el de las plantas industriales. Se aplica en dosis de 20 á 25 hectolitros por hectárea y se distribuye á voleo en los días nublados ó lluviosos, mezclada con algo de yeso ó tierra arcillosa.

Debe emplearse la palomina antes de que fermente, para evitar las pérdidas que la putrefacción ocasiona. Para ello conviene limpiar con frecuencia los palomares y aplicar inmediatamente el abono extraído, ó si esto no es posible, conservarlo en un lugar seco recubierto de una capa de tierra también seca mezclada con yeso crudo.

La costumbre de dejar amontonadas las deyecciones durante todo el año en los palomares es perjudicial, porque da lugar al desarrollo de multitud de insectos que atormentan á los volátiles y se produce en el montón de excrementos gran cantidad de gusanos que ocasionan la muerte de la mayor parte de estas aves; además, el amontonamiento del abono provoca una fermentación que debilita su energía.

Conviene extender en los palomares, á manera de cama, paja, serrín, restos de lino ó de cáñamo, tierra ó arena; de esta manera se aumenta la cantidad del abono, y la mezcla puede perma-

necer durante más tiempo sin inconveniente en el palomar, especialmente en invierno. En el resto del año la mezcla debe extraerse con tanta más frecuencia cuanto mayor sea el calor; una ó dos veces al mes por lo general.

**Gallinaza.**—Los excrementos de las aves de corral consti-  
yen la *gallinaza*. Este abono no ofrece tan buenas cualidades fertilizantes como la palomina, á causa de la alimentación de estas aves, más compleja y menos escogida que la de las palomas; su actividad es también menor. Puede, sin embargo, reemplazar á la palomina aplicándola en doble cantidad.

Generalmente se destina este abono á los jardines; únicamente se aplica á las huertas y cultivos industriales cuando se produce en cantidad considerable, como sucede en los establecimientos de gallinicultura. Cerca de Bruselas existe uno de estos establecimientos destinados al cebo mecánico de los pollos, que cuenta cerca de 700 de estas aves. La alimentación intensiva y los cuidados empleados para recoger los excrementos influyen en la cantidad y sobre todo en la calidad del abono obtenido en estos establecimientos. Los compartimentos donde se hallan los pollos están dispuestos de modo que los excrementos caen, sin adherirse á las plumas, directamente al suelo sobre una capa de arena que absorbe las partes líquidas. Cuando se extraen los excrementos se espolvorean, para evitar las pérdidas de amoníaco, con un 10 por 100 de yeso, que se mezcla íntimamente con la gallinaza, resultando un abono homogéneo, sin olor, de aspecto gris, seco y pulverulento, que puede ser repartido fácilmente á voleo ó por medio de máquinas.

**Guano.**—El guano es el resultado de la acumulación durante largo tiempo de las deyecciones y restos de ciertas aves marinas llamadas *guaneras*. El guano forma depósitos de mucho espesor situados en muy diversos puntos del globo, y principalmente en las costas del Perú y de Bolivia.

Esta sustancia, empleada desde muy antiguo como abono en el litoral de los dos países citados, no comenzó á usarse en Europa hasta 1840. Los maravillosos resultados obtenidos en Inglaterra, primer país europeo que lo empleó, demostraron su valor fertilizante y llamaron la atención de los agricultores. De Inglaterra se extendió á las naciones del continente, y desde esta época la importación de guanos de todas procedencias ha aumentado sin cesar.

Al principio no se conocían en Europa más que los guanos del Perú, de Chile y de Bolivia; los depósitos de las islas Chinchas (Perú), evaluados en 1844 por Francisco de Rivero en 30 millones de metros cúbicos, fueron principalmente los que suministraron por espacio de más de treinta años el guano necesario para el consumo del mundo entero.

Pero apenas había comenzado en Europa la importación del guano americano, cuando se descubrieron depósitos inmensos en la costa Sudoeste de Africa, en las dependencias de la colonia del Cabo de Buena-Esperanza, en las islas Ichaboë, Angra Pequeña, Malaca, etc.; y aunque este guano africano era de calidad inferior al del Perú, bien pronto fueron agotados los depósitos. Posteriormente se ha encontrado guano en muy distintos puntos del globo, tales como las Antillas, Méjico, varias islas del Océano Pacífico, Australia, Costas del Labrador y de la Patagonia, etc., etc.

A pesar del descubrimiento de estos numerosos depósitos, la importación en Europa se elevó de tal manera que se agotaron casi completamente las masas enormes de guano de las islas Chinchas, y el Gobierno del Perú se vió obligado á permitir la explotación de otros depósitos considerables situados en sus costas, principalmente en las islas de Guanape, Macabi, Ballestas, Lobos, Pabellón de la Pica y Bahía de la Independencia. Las islas de Guanape y de Macabi sobre todo son las que han suministrado modernamente la mayor parte del guano consumido en Europa.

Aunque la composición de los guanos de distinta procedencia es muy diversa, todos ellos contienen *nitrógeno*, *ácido fosfórico* y *potasa*. El nitrógeno se halla principalmente al estado amoniacal; el ácido fosfórico se encuentra en gran parte al estado de fosfato básico de cal, pero también contiene algo de fosfato ácido, y la potasa en forma de sales alcalinas. El guano contiene, como se ve, los tres elementos de fertilidad que más escasean en las tierras, y en estado fácilmente asimilable, lo que explica la bondad y rapidez de sus efectos; pero el valor fertilizante del guano es debido principalmente al nitrógeno y al ácido fosfórico, porque son los elementos que se encuentran en más abundancia en este abono. La riqueza de los guanos en estos dos principios es muy variable, y esto ha dado lugar á la división de los guanos en *nitro-guanos* ó guanos amoniacales y *fosfo-guanos* ó guanos terrosos.

Los nitro-guanos son más ricos en nitrógeno; se distinguen por su color amarillo rojizo y su olor fuertemente amoniacal. Los fosfo-guanos contienen menos nitrógeno y mayor proporción de fosfatos; su olor es menos subido que el de los anteriores á causa de su menor riqueza en sales amoniacales, y son menos apreciados. Los primeros se consideran como abonos nitrogenados y los segundos como abonos fosfatados.

La diferente proporción de nitrógeno y de fósforo que los guanos contienen es debida á su variada procedencia, porque mientras en los climas secos los guanos conservan los compuestos nitrogenados, en las regiones lluviosas son disueltos y arrastrados por las aguas. Así se observa que los nitro-guanos proceden de países secos, como el Perú y Bolivia, mientras que los fosfo-guanos son originarios de países lluviosos, como Chile, Patagonia, Ecuador, Méjico, Cuba, islas del Océano Pacífico y costas de África.

Trataremos en primer lugar de los guanos nitrogenados.

Conviene ante todo advertir que los guanos brutos del Perú no gozan en la actualidad de la estimación que tuvieron en otro tiempo: veamos á qué se debe esta decadencia.

A causa de la misma estimación de que ha disfrutado este abono, los depósitos de guano han sido objeto de una incesante extracción que ha concluído por agotar la mayor parte de los depósitos de guano ricos en nitrógeno existentes en el Perú, tales como los de las islas Chinchas y otros que proporcionaban guanos que contenían de 12 á 14 por 100 de nitrógeno y 12 de ácido fosfórico. Agotados estos depósitos, ha sido necesario, como hemos dicho, explotar otros menos ricos en nitrógeno: los guanos del Perú que actualmente llegan á Francia procedentes de las islas de Lobos, Huanillos, Pabellón de la Pica y Bahía de la Independencia, contienen de 5 á 8 por 100 de nitrógeno y de 10 á 16 de ácido fosfórico. Como se ve, la proporción de nitrógeno de los guanos ha disminuído de una manera considerable. Estos guanos menos ricos en nitrógeno carecen además de homogeneidad, á pesar de lo cual su precio ha aumentado. La decadencia en calidad, la falta de homogeneidad y, por otra parte, el haberse vendido durante mucho tiempo sin la garantía de su riqueza, si no los han desacreditado por completo, han hecho perder á los guanos brutos del Perú gran parte de la estimación extraordinaria.

ria que en otro tiempo disfrutaron. Su empleo directo como abono ha disminuído considerablemente, sobre todo desde la fabricación de los guanos disueltos, de que luego trataremos, de composición homogénea y de riqueza garantizada.

Sin embargo, los guanos brutos del Perú empiezan á reconquistar su antigua importancia desde que los consignatarios los expiden desprovistos de impurezas sin valor agrícola, finamente pulverizados y con una garantía de riqueza en nitrógeno de 4 á 7 por 100 y de 12 á 20 de ácido fosfórico, que es una proporción muy conveniente para ciertos cultivos, además de que el agricultor no tiene necesidad de verificar la reducción á polvo y el tamizado que de otra manera se vería obligado á ejecutar. La potasa que estos guanos contienen y que se eleva próximamente al 3 por 100 no se tiene en cuenta, sin embargo de que en ciertas tierras gran parte de los efectos del guano se debe á esta sustancia.

El guano del Perú conviene á toda clase de terrenos, especialmente á los arenoso-arcillosos, permeables y bien trabajados. Conviene también á toda clase de cultivos, pero se emplea de preferencia para los cereales, plantas industriales y en las huertas. La dosis varía de 250 á 400 hectolitros por hectárea, según los cultivos y la manera de emplearlo. Se puede aplicar solo, pero teniendo en cuenta las dosis relativamente pequeñas que se emplean conviene mezclarlo, para aumentar el volumen y facilitar su distribución, con tierra seca, mantillo, cenizas ó, mejor aún con yeso; así mezclado se fijan al mismo tiempo sus productos volátiles y se evita su acción corrosiva sobre las semillas. En Inglaterra se asocia al polvo del carbón de piedra; también se emplea frecuentemente mezclado al estiércol; en las huertas se suele aplicar desleído en agua, en la proporción de un puñado por regadera y regando las plantas cada ocho días. Se reparte el guano á voleo mezclado con la semilla ó echando cierta cantidad al pie de cada planta, y también, según hemos dicho, mezclado al agua de los riegos. Se esparce generalmente en otoño, excepto en los prados, donde se reparte en primavera después del primer corte. Es indispensable incorporar íntimamente al suelo este abono por medio de labores cuidadosamente practicadas.

El guano es el más enérgico de los abonos conocidos, pero

por la misma rapidez con que es asimilado sus efectos son poco duraderos; su acción es sobre todo extraordinaria y rápida cuando llueve después de haberlo empleado. Su elevado precio es causa de que su aplicación se limite á los cultivos que dan productos de más valor. En España no se usa más que en las provincias de Levante y en algunas del Mediodía.

El guano, en igualdad de elementos fertilizantes, es siempre superior á un abono químico artificial, á causa del estado de íntima mezcla en que se hallan sus elementos.

El guano suele ser falsificado: convendrá analizarlo antes de comprarlo ó, por lo menos, adquirirlo de casas respetables que garanticen su composición.

La decadencia en calidad del guano, su falta de homogeneidad, el no garantizarse su riqueza y el agotamiento de la mayor parte de los criaderos del Perú ha originado la creación en Londres, Amberes y Hamburgo de grandes establecimientos destinados á transformar el guano en un producto de composición homogénea y siempre constante. En dichos establecimientos se somete el guano bruto del Perú á la acción del ácido sulfúrico y se obtiene un producto denominado *superfosfato de guano* ó guano disuelto de Ohlendorff. Por este procedimiento se consigue que los dos elementos principales del guano del Perú, el nitrógeno y el ácido fosfórico, se hallen en una forma más soluble y por consiguiente más eficaz que en el guano en bruto, y que ejerzan una actividad igualmente rápida para que produzcan todos sus efectos en el menor tiempo posible. El producto ofrece una composición constante (7 por 100 de nitrógeno y de 9 á 10 de ácido fosfórico soluble en el agua), es homogéneo y pulverulento, lo que hace más fácil su distribución, y contiene, como hemos dicho, los dos elementos esencialmente activos, el nitrógeno y el ácido fosfórico, en una forma más soluble y por tanto más eficaz que el guano bruto del Perú.

Sin embargo, se ha observado que en las tierras arenosas y especialmente en los suelos muy pobres en cal, el guano bruto es superior al disuelto; y aunque este último puede competir con ventaja con los superfosfatos amoniacales, á causa de la mezcla íntima de sus elementos, su acción no es superior á la mezcla que se obtiene cuando se enriquece en nitrógeno el guano bruto con el sulfato de amoníaco, como suele verificarse con frecuencia.

Todo lo que acerca del guano hemos dicho hasta ahora se refiere, según dijimos, al guano del Perú, ó mejor dicho, á los nitro-guanos; pero además de éstos circulan por el comercio otros guanos de valor fertilizante inferior al del guano propiamente dicho. Estos otros guanos, que se designan ordinariamente con la denominación de fosfo-guanos ó guanos fosfáticos por la proporción elevada en que se encuentra el ácido fosfórico, deben considerarse como abonos fosfatados; su efecto sobre la vegetación es muy poco marcado, por lo que conviene al agricultor no confundirlos con los nitro-guanos. Su riqueza en fosfatos es de 50 á 80 por 100 y rara vez contienen más de 4 por 100 de nitrógeno.

Uno de los guanos fosfatados que en mayor cantidad se exportan es el llamado *guano de las islas Baker* (Océano Pacífico). Consiste casi exclusivamente en fosfato de cal básico; contiene de 33 á 40 por 100 de ácido fosfórico y de 0,5 á 0,75 de nitrógeno; se exporta unas veces en estado pulverulento y otras en forma de aglomerados de una dureza pétreo. Otro guano fosfatado análogo, pero siempre en polvo, se exporta de las costas de Bolivia con el nombre de *guano de Megillones*.

Rara vez se emplean estos guanos al estado bruto, debido á que su ácido fosfórico no puede ser prontamente asimilado; se les transforma en superfosfatos tratándolos por el ácido sulfúrico. Estos superfosfatos de guanos contienen 18 á 20 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua, mientras que los superfosfatos de carbón de huesos no contienen más que 16 y los de polvo de huesos 12 próximamente. Sin embargo, los superfosfatos *dobles* de las fosforitas, obtenidos por un procedimiento especial, son más ricos en ácido fosfórico activo que los superfosfatos preparados con estos guanos, pues contienen 25 y hasta 40 por 100 de ácido fosfórico soluble en el agua, además de 4 á 6 por 100 de ácido retrogradado. Inútil es decir que los superfosfatos obtenidos con otros guanos fosfatados tienen una composición análoga al preparado con el guano de las islas Baker.

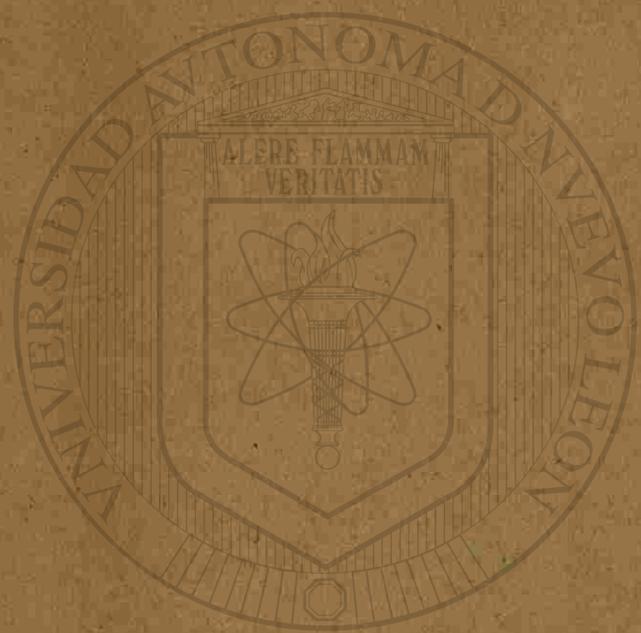
También puede utilizarse como abono el *guano de murciélagos* que se encuentra en algunas grutas y el de ciertas aves que pernoctan en crecido número en las galerías de las simas y en las grietas de las rocas. El guano de murciélagos se halla en la isla de Cuba, en algunas islas del Océano Indico, en las de Bahama,

y especialmente en ciertas grutas de Arkansas y Texas, donde los excrementos de estos animales, mezclados con sus cuerpos, restos de insectos y tierra, forman depósitos que alcanzan en una sola excavación á 20.000 toneladas.

En Cerdeña, en el Piamonte, en la Argelia y en el Jura existen grutas que contienen grandes cantidades de excrementos de murciélagos, que se explotan para las necesidades agrícolas.

El guano de murciélagos es de un color que varía entre el moreno claro y el moreno oscuro y de olor débilmente amoniacal; su composición es muy variable, según la región en que viven los insectos de que se alimentan casi exclusivamente estos quirópteros. Así el procedente de Arkansas contiene 8,80 por 100 de nitrógeno y 3,76 de ácido fosfórico, mientras que el de Bahama contiene 1,08 de nitrógeno y 15,20 de ácido fosfórico.

De todos modos, el guano de murciélagos es enérgico y no conviene aplicarlo en exceso.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE

## CAPÍTULO IV

### ABONOS MIXTOS NATURALES

**Abonos mixtos.**—Estudiadas ya las principales materias fertilizantes que proceden de uno solo de los tres reinos de la naturaleza, debemos tratar ahora de las variadas mezclas que con ellas se forman.

Se llaman *abonos mixtos* ó *complejos* las materias fertilizantes que resultan de la mezcla de sustancias de origen diverso, procedentes unas veces de animales y de vegetales, otras de animales y de minerales y algunas de materiales de las tres clases.

Según el procedimiento empleado en su preparación, se dividen los abonos mixtos en *naturales* y *artificiales*.

**Abonos mixtos naturales.**—Entre las materias fertilizantes complejas obtenidas naturalmente se incluyen: el *estiércol*, los *compuestos*, las *barreduras de las poblaciones* y los *légamos* ó *cienos*.

#### I.—*Estiércol.*

Se da el nombre de *estiércol* ó *fiemo* al resultado de la mezcla de las deyecciones de los animales con las materias que les sirven de cama.

El valor fertilizante del estiércol depende de la naturaleza de las deyecciones, de la clase de sustancias que constituyen la cama de los animales y de la manera de confeccionarlo. Examinaremos la influencia de cada una de estas circunstancias.

**Materias primeras del estiércol.**—De la definición del estiércol se deduce que las materias que concurren á formar este abono son las deyecciones y las sustancias empleadas para cama de los animales. Trataremos primero de las deyecciones.

**Deyecciones.**—Las únicas deyecciones que por lo general contribuyen á la producción del estiércol son las de los ganados caballar, vacuno y de cerda.

Los excrementos son sólidos y líquidos; su riqueza en principios fertilizantes (nitrógeno, ácido fosfórico y potasa) varía con la especie animal de que proceden y, para una misma especie, con la edad y el régimen á que está sometido el animal.

**Orinas de los animales.**—Las orinas ó deyecciones líquidas son mucho más ricas en principios fertilizantes que los excrementos sólidos: la mayor parte del nitrógeno y de la potasa se halla en la parte líquida de las deyecciones; el resto del nitrógeno, el ácido fosfórico y la cal se concentran en las heces. Importa, por consiguiente, al agricultor no dejar perder la orina de los animales.

El nitrógeno de las orinas se halla al estado de *urea*; esta sustancia contiene 17,5 por 100 de nitrógeno y experimenta cuando la orina se halla expuesta al aire la influencia de un fermento especial que la transforma en carbonato de amoniaco, al cual es debido el olor fuertemente amoniacal que desprende la orina en putrefacción. La proporción de nitrógeno que una orina contiene está, pues, en relación con su riqueza en urea.

Las cantidades de orina proporcionadas por el ganado son muy variables; dependen de la especie animal y de la alimentación más ó menos acuosa que recibe. En general, se puede admitir las siguientes cantidades por cada veinticuatro horas:

Vaca.....	8,200 kilogramos.
Caballo.....	1,500 »
Carnero.....	0,500 »
Cerdo.....	3,500 »

La composición química y, por consiguiente, el valor agrícola de la orina de los diferentes animales varía, más aún que en las deyecciones sólidas, con el régimen á que están sometidos. Sin embargo, las cifras siguientes se pueden considerar como el término medio, y pueden aplicarse en la mayoría de las circunstancias:

	Vaca.	Caballo.	Carnero.	Cerdo.
Agua.....	92,13	91,08	86,30	97,92
Materias orgánicas.....	5,22	5,58	8,10	1,05
— minerales.....	2,65	3,33	2,60	1,03
Nitrógeno por 100.....	0,98	1,48	1,30	0,23

Las orinas pueden ser clasificadas por el orden siguiente, atendiendo á su riqueza en nitrógeno, materias orgánicas, materias minerales y materias sólidas:

Nitrógeno: caballo, hombre, carnero, vaca y cerdo.  
 Materias orgánicas: carnero, caballo, vaca, hombre y cerdo.  
 Materias minerales: caballo vaca, carnero, cerdo y hombre.  
 Materias sólidas: carnero, caballo, vaca, hombre y cerdo.

**Excrementos sólidos de los animales.**—Aunque la cantidad de deyecciones sólidas producida cada veinticuatro horas varía necesariamente con las circunstancias, se admite, como término medio, la siguiente:

Vaca.....	20	kilogramos.
Caballo.....	16	»
Carnero.....	0,650	»
Cerdo.....	1,250	»

Las deyecciones sólidas de los animales tienen otras propiedades que las orinas, pero, como en éstas, su valor fertilizante varía con la especie animal. La composición química de los excrementos sólidos del ganado vacuno, caballar, lanar y de cerda, según Cameron, es la siguiente:

	Vacuno.	Caballar.	Lanar.	De cerda.
Agua.....	860	750	640	760
Materias sólidas.....	140	250	360	240
Conteniendo:				
Acido fosfórico.....	0,2	4	5	5
Nitrógeno.....	3,6	6	6	7
Potasa y sosa.....	2,2	3,5	3	6,5

Las deyecciones sólidas de los ganados vacuno y de cerda son, según se ve, más acuosas y menos activas; su *boñiga* es esponjosa, absorbe la humedad y se descompone lentamente en el suelo

produciendo escaso calor, y da lugar á *estiércoles fríos*. Los excrementos sólidos de los ganados caballar y lanar son más secos y se descomponen con más rapidez, desarrollan durante la fermentación una temperatura muy elevada, y originan *estiércoles calientes*.

La naturaleza de las deyecciones depende del régimen alimenticio. Los excrementos de los animales racionados con pienso seco (granos, heno, etc.) contienen mayor proporción de nitrógeno y de fósforo; los de los ganados mantenidos con yerbas y forrajes frescos son más acuosos y menos concentrados. Las deyecciones del ganado alimentado con alfalfa, trébol y orujos son ricas en nitrógeno; los tubérculos y raíces proporcionan potasa.

La edad de los animales influye también en la calidad de las deyecciones. Los excrementos de los animales jóvenes son más pobres en principios fertilizantes, porque para crecer y desarrollarse necesitan asimilar mayor proporción de los materiales que reciben en forma de alimento. Los adultos, que asimilan menos, proporcionan deyecciones más ricas.

*Deyecciones mixtas.*—La mezcla de las deyecciones sólidas y líquidas constituye las *deyecciones mixtas*. Según Boussingault y Müntz, la composición de las deyecciones mixtas al estado fresco, en 100 partes, es la siguiente:

	Agua.	Nitrógeno.	Acido fosfórico.	Potasa.
Ganado vacuno.....	84,3	0,41	0,09	1,82
» caballar.....	75,4	0,74	0,17	0,54
» lanar.....	67,1	0,91	0,16	0,87
» de cerda.....	93,8	0,37	0,28	Bastante.

Según Haberlandt, la producción media anual de las deyecciones mixtas de las diferentes especies de ganados y la composición de las mismas, en kilogramos, es la siguiente, que representa el término medio de los análisis practicados por Boussingault, Girardin, Stohmann y Rogers:

	Vacuno.	Caballar.	De cerda.	Lanar.
Cantidad total de deyecciones.	14.000	7.500	1.500	570
Materia seca.....	1.688	1.605	195	185
Nitrógeno contenido en ella..	53	48	7,25	5
Cenizas, cantidad total.....	278	225	51	29,50

	Vacuno.	Caballar.	De cerda.	Lanar.
En las mismas:				
Potasa.....	113	45,50	7,50	5,25
Cal y magnesia.....	43	21	2,50	6,50
Acido fosfórico.....	15	21	1,50	2,30
» sulfúrico.....	9	2,25	0,75	1,75

**Camas de los ganados.**—Estudiadas las deyecciones de los animales, debemos tratar del otro elemento esencial del estiércol, es decir, de las sustancias que constituyen la cama de los ganados.

Para constituir el estiércol, las deyecciones sólidas y líquidas son recibidas por sustancias absorbentes que tienen el doble objeto de proporcionar un lecho blando á los animales y retener los excrementos. Conviene además que estas materias absorbentes sean ricas en principios fertilizantes para que mejoren la calidad del estiércol. De modo que las materias que se emplean para cama de los ganados deben satisfacer las tres condiciones siguientes:

- 1.<sup>a</sup> Proporcionar al ganado una cama conveniente.
- 2.<sup>a</sup> Tener la propiedad absorbente en el mayor grado posible.
- 3.<sup>a</sup> Ser ricas en nitrógeno y materias minerales.

Entre las materias que satisfacen dichas condiciones se hallan las pajas de las cereales y legumbres, los helechos, juncos y otras yerbas espontáneas, las hojas secas y restos de vegetales diversos, el mantillo de los bosques, el serrín de madera, la turba, el tau y las tierras absorbentes. Se deben emplear las sustancias cuya adquisición sea más fácil y económica. En nuestro país se utilizan generalmente las pajas de los cereales.

Las pajas de los cereales, por su elasticidad y blandura, proporcionan lecho cómodo á los ganados, y por su conformación tubular y su estructura esponjosa retienen fácilmente las deyecciones, pero son pobres en nitrógeno, ácido fosfórico y sales; teniendo en cuenta, exclusivamente, la riqueza en principios fertilizantes, son preferibles las pajas de leguminosas y crucíferas.

La turba dividida y tamizada es muy recomendable, por su gran poder absorbente para los líquidos y los gases esparcidos por los establos, para cama de los animales. Se emplea en la proporción de 3 á 5 kilogramos por día y por cabeza para los grandes animales domésticos.

Para obtener buenos estiércoles, es decir, que contengan en poco volumen gran proporción de principios útiles, la cantidad de materia empleada para cama debería ser reducida; pero en la práctica, el bienestar y la salud del ganado obligan á emplear mayores cantidades, tanto más elevadas cuanto más líquidas son las deyecciones. Se debe, sin embargo, tener cuidado de que la cantidad no sea excesiva, porque si bien se aumentará la proporción de estiércol, el abono obtenido será de poco valor.

Según ha demostrado la experiencia, para el caballo la proporción de sustancia seca empleada para cama debe ser igual al peso del alimento; el ganado vacuno exige más, y más todavía el de cerda, porque sus deyecciones mixtas contienen mayor proporción de agua.

Cuando los animales se alimentan con forrajes verdes, residuos de destilerías, pulpa de remolacha, y cuando entran en la ración en proporción notable las hojas de esta planta, la cama debe ser más abundante y más absorbente.

Cuanto más divididas se encuentran las sustancias que constituyen la cama, más absorbente es ésta; por eso conviene dividir las pajas largas antes de emplearlas.

En general, la cama debe ser más abundante en invierno que en verano, no solamente porque la temperatura en esta estación es más rigorosa, sino también porque es más larga la permanencia del animal en el establo.

La cantidad de materia empleada para cama depende, por último, de la naturaleza del estiércol que se quiera obtener; en algunos países, donde las tierras son *fuertes* y compactas, emplean abundantes camas para conseguir estiércoles *largos* y pajosos (poco descompuestos) que den soltura al suelo.

Según se ve, es difícil señalar de manera absoluta las cantidades de materia que se deben emplear para cama. Como término medio se recomienda por día:

Para el caballo.....	2 4 4	kilog. de paja.
> buey ó la vaca.....	3 4 5	>
> cerdo de engorde...	1,5 4 3	>
> carnero.....	0,5	>

**Fermentación del estiércol.**—Veamos ahora cómo de la mezcla de las deyecciones y de las camas puede resultar el estiércol.

Thénard ha sido el primero que ha tratado de explicar las transformaciones químicas que se verifican en la fermentación del estiércol. Según este químico, en un montón de estiércol se hallan tres clases de compuestos que se forman sucesivamente y en el orden siguiente:

1.º En la parte superior un compuesto parduzco, al cual da el nombre de *glucosa nitrogenada*, soluble en el agua y que contiene 9,73 por 100 de nitrógeno. Esta sustancia comienza á formarse en cuanto el carbonato de amoniaco que resulta de la fermentación de la urea obra sobre las materias solubles de las camas (fermentación sacarina de la paja).

2.º En la parte media otro compuesto también parduzco, que se forma por la oxidación de las materias vegetales de las camas bajo la influencia de la fermentación que eleva á veces la temperatura á 40º. Este compuesto, insoluble en el agua y en los ácidos pero soluble en los álcalis, constituye el ácido *húmico* ó *géico* que se transforma poco á poco, en virtud de su solubilidad en los álcalis, en humato de amoniaco.

3.º En la parte baja un compuesto pardo oscuro, que resulta de la combinación de la glucosa nitrogenada con el humato de amoniaco, y que es, como el precedente, insoluble en el agua y soluble en el amoniaco; este compuesto es el ácido *fúmico*, el principio más activo del estiércol, que contiene, según Thénard, 5,5 de nitrógeno. Combinándose el ácido fúmico á las materias parduzcas anteriores, origina los cuerpos negros insolubles que se designan con el nombre de *manteca negra*.

Dehérain ha practicado recientemente notables investigaciones, que daremos á conocer sumariamente, acerca de la fermentación del estiércol. Comienza este eminente agrónomo por determinar la composición inmediata de las pajas que constituyen la cama del ganado.

Las pajas contienen:

1.º Materias minerales. Las cenizas de las pajas contienen una notable cantidad de sílice; la proporción de ácido fosfórico es débil; la de la potasa es algo más elevada.

2.º Hidratos de carbono solubles, como las materias azucaradas.

3.º Hidratos de carbono que, como el almidón, se transforman en glucosa por la acción de los ácidos diluidos.

4.º Dos sustancias que deben ser clasificadas entre las *vasculosas*, una de las cuales es más atacable que la otra por los reactivos alcalinos, y por consiguiente, por los carbonatos que resultan de la descomposición de la parte líquida de las deyecciones.

5.º Celulosa.

6.º Materias nitrogenadas de naturaleza albuminoidea, parcialmente solubles en las disoluciones alcalinas.

Las sustancias que se ponen en contacto en la confección del estiércol son, pues, de una parte los carbonatos alcalinos procedentes de la descomposición de las orinas, y de la otra la paja conteniendo las dos vasculosas, la celulosa y una débil proporción de materias nitrogenadas. Las reacciones determinadas por la acción de los carbonatos alcalinos serían poco energías en frío, pero en el estiércol la temperatura se eleva considerablemente, hasta llegar á 70 ú 80º y á inflamar á veces la masa espontáneamente, á consecuencia de las fermentaciones que tienen lugar.

La temperatura del estiércol no es igual en toda su masa. Si se examina un montón de estiércol formado por capas superpuestas es fácil observar que la temperatura aumenta con la altura: en la parte baja del montón es de 20 á 25º, á un metro ó metro y medio se eleva á 30 ó 35º, á dos metros asciende á 30 ó 40º y en las capas superiores alcanza y á veces excede de 60º. Estas diferencias, que corresponden al grado de compresión y de imbibición para los líquidos de las distintas capas del estiércol, permiten prever que la temperatura será tanto más elevada cuanto más fácil sea el acceso del aire; el análisis de los gases extraídos del montón del estiércol demuestra la verdad de esta suposición. Mientras que los gases procedentes de las capas superficiales contienen ácido carbónico y una proporción muy grande de nitrógeno, en las capas bajas, por el contrario, no se halla más que cantidades insignificantes de nitrógeno, lo que prueba que el aire no ha penetrado hasta allí.

La combustión lenta que se origina en el montón de estiércol y que eleva la temperatura favorece las reacciones que deben verificarse; pero ¿cuál es la causa que determina esta combustión lenta acusada por la producción de ácido carbónico?

Si se examinan al microscopio algunas gotas de agua proce-

dentos del lavado del estiércol se las ve pobladas de bacterias diversas. Unas de estas bacterias son *aerobias* y viven en las capas superiores del estiércol, donde el acceso del aire es fácil; las otras son *anaerobias* y se hallan en las partes medias y bajas del montón. A estas dos clases de bacterias se deben principalmente las fermentaciones que tienen lugar en el estiércol; pero la fermentación originada por las bacterias aerobias es distinta de la producida por los fermentos anaerobios, y las diferencias de temperatura que se observan en las diversas capas del montón están relacionadas con estas dos diferentes fermentaciones, y por consiguiente, con la presencia de estas dos clases de bacterias.

Los fermentos aerobios, que se hallan en la parte superior del montón, son, según parece, la causa principal de la oxidación, ó lo que es igual, de la combustión de las materias del estiércol; por eso es más elevada la temperatura de las capas superiores, donde viven estos microorganismos en contacto del aire, determinando energías oxidaciones. Se observa, sin embargo, que la oxidación se sigue produciendo cuando se paraliza con el cloroformo la acción de estos fermentos figurados, lo que parece demostrar que la combustión del estiércol, aunque debida principalmente á estas bacterias, no es originada exclusivamente por ellas.

Los fermentos anaerobios, que viven en las capas medias y bajas donde el acceso del aire es difícil, atacan la celulosa produciendo una mezcla de ácido carbónico y de hidrógeno protocarbonado (gas de los pantanos). La descomposición de la celulosa por este fermento origina una combustión menos intensa, y por eso la temperatura es menos elevada en las regiones medias y bajas del montón, donde se hallan estos microbios. Al contrario de lo que sucede con las bacterias aerobias, la fermentación que da por resultado la descomposición de la celulosa no tiene lugar cuando se paraliza con el cloroformo la actividad de los fermentos anaerobios.

El fermento al cual se atribuye la descomposición de la celulosa parece ser el *Bacillus amylobacter* ó fermento *butírico*, así llamado porque descompone las materias ternarias más diversas (almidón, dextrina, azúcares, glicerina, celulosa, etc.) en ácido butírico, ácido carbónico, hidrógeno y otros productos accesorios. Cuando obra sobre los azúcares y el almidón origina, además del

ácido butírico, hidrógeno y ácido carbónico; produce también hidrógeno cuando ataca á la celulosa sumergida en líquidos neutros, que no tardan en volverse ácidos; pero origina hidrógeno protocarbonado, nunca hidrógeno libre, cuando descompone la celulosa en líquidos que se hacen alcalinos por el carbonato de amoniaco ó de potasa, que es precisamente lo que sucede en el estiércol, donde los líquidos ofrecen siempre una reacción alcalina.

El microbio que ataca y disuelve la celulosa es corto, grueso y refringente; y, aunque es anaerobio, produce esporas que, según parece, tienen necesidad del oxígeno del aire para desenvolverse. Por eso conviene regar con frecuencia el estiércol para favorecer el acceso del aire, que además de activar las fermentaciones aerobias, avive las esporas del fermento butírico, que permanecen inertes cuando se hallan largo tiempo privadas del contacto del oxígeno.

En cuanto al origen de los fermentos del estiércol, es probable, según Dehérain, que los microbios que tapizan el intestino de los herbívoros sean arrojados con los excrementos, y continúen ejerciendo su acción sobre los hidratos de carbono contenidos en las pajas de las camas en que son depositados; por lo menos, añadimos nosotros, el fermento que descompone la celulosa del estiércol es el mismo que ataca esta sustancia en la panza de los rumiantes.

Los líquidos alcalinos del estiércol constituyen un medio favorable para el desarrollo de los fermentos aerobios. La acción de estos fermentos y la de los líquidos alcalinos es, pues, combinada y recíproca: los líquidos alcalinos atacan los elementos constitutivos de las pajas y son un medio favorable para el desarrollo de los microbios; y éstos, á su vez, descomponen la materia orgánica, y contribuyen á elevar la temperatura del estiércol para que la acción de los carbonatos alcalinos sea más enérgica.

La fermentación del estiércol transforma en principios solubles y fácilmente asimilables por la planta las sustancias que se hallaban al estado inactivo ó insoluble. El resultado de la fermentación es una materia homogénea, negra, suave al tacto, pesada y compacta, en la que ha desaparecido la estructura de las materias constituyentes.

**Estiércoles de las diversas especies de ganados.**— Ofreciendo las deyecciones sólidas y líquidas de los diferentes

animales que el hombre explota distinta composición, les debe suceder lo mismo á los estiércoles que los diversos ganados proporcionan; así es, en efecto, y no solamente tienen distinta composición química, sino que ofrecen propiedades físicas diferentes.

El análisis de estiércoles que no habían permanecido en el establo más que veinticuatro horas, y que no habían, por tanto, sufrido ninguna fermentación acusa la composición centesimal siguiente, según Boussingault:

	Agua.	Materias orgánicas.	Materias minerales.	Nitrógeno total.	Ácido fosfórico.	Potasa y rosa.
Caballo alimentado con heno y avena (2 kilogramos de paja para cama al día).....	67,4	29,25	3,35	0,67	0,23	0,72
Vaca alimentada con retino de heno y patatas (3 kilogramos de paja para cama al día).....	81,8	16,40	1,80	0,34	0,13	0,35
Carnero alimentado con heno (225 gramos de paja para cama al día).....	61,6	34,50	3,90	0,82	0,21	0,84
Cerdo alimentado con patatas cocidas (450 gramos de paja para cama al día)...	72,8	23,30	3,90	0,78	0,20	1,69

El estiércol de ganado lanar es, sin disputa, el mejor. Es un estiércol ligero y el más seco de todos. Conviene á todos los terrenos, especialmente á los arcillosos y fríos; pero no produce buenos resultados en todos los cultivos. Ocasiona en el trigo la inclinación de los tallos; perjudica á la riqueza sacarina de la remolacha, y la cebada cultivada con este abono es rechazada por los fabricantes de cerveza, porque es pobre en almidón. En cambio, su empleo resulta conveniente en la colza, tabaco, col y cáñamo.

El estiércol de caballo es muy caliente, tal vez más que el de ganado lanar, siempre que se incorpore al suelo al estado fresco; fermenta con mucha facilidad. Estas condiciones le hacen apreciable en horticultura para la confección de camas calientes. Conviene á los terrenos fríos y húmedos y á los arcillosos y compac-

tos. Empleado fresco es superior este estiércol al del ganado vacuno, pero en caso contrario pierde gran parte de su energía y resulta inferior.

El estiércol de ganado vacuno es más acuoso, cuando está fresco, que el del caballo y el de ganado lanar, y exige, por esto, menos cuidado para su preparación. Es el más abundante en las granjas, y tiene la ventaja de que puede aplicarse á todas las tierras; pero conviene especialmente á los terrenos secos. Obra más lentamente, pero de una manera más continua, que los dos anteriores. El de buey es ordinariamente algo más rico que el de vaca en nitrógeno y ácido fosfórico.

El estiércol de ganado de cerda es uno de los más ricos, por lo que debe ser empleado con mucha prudencia y nunca aisladamente. En el cerdo, más que en los demás animales, el valor fertilizante del estiércol depende de la calidad de los alimentos; pues conviene tener presente que el cerdo es omnívoro, y se alimenta de frutos, raíces, granos y hasta de carne; y las deyecciones sólidas y líquidas de los animales granívoros y carnívoros son más nitrogenadas que las de los herbívoros.

Los estiércoles de los diferentes animales se caracterizan principalmente por sus propiedades físicas. Los estiércoles de los ganados caballar y lanar son generalmente secos, poco consistentes y permeables al aire; se les da el nombre de *calientes* porque fermentan con rapidez y energía, desarrollando una temperatura elevada. Los estiércoles de los ganados vacuno y de cerda son, por lo general, muy acuosos; se les denomina *fríos* porque fermentan con lentitud, produciendo escaso calor; su acción es menos enérgica, pero más duradera; el nitrógeno está menos concentrado y se disuelve más lentamente; en cambio, cuesta menos el obtenerlos. Los estiércoles calientes se recomiendan para las tierras frías y arcillosas, donde los fenómenos de combustión son menos acentuados; los estiércoles fríos convienen á las tierras ligeras y calcáreas, donde la combustión de las materias orgánicas se activa, y á las tierras secas, para que conserven la frescura.

**Estiércol normal.**—Según acabamos de ver, los diferentes estiércoles tienen propiedades diferentes; pero esto no ofrece en la práctica la importancia que á primera vista parece, porque en las granjas y casas de labor se mezclan todos estos estiércoles para constituir el *estiércol mixto ó normal*. Únicamente cuando se

trata de abonar tierras de naturaleza bien marcada, hay realmente ventaja en confeccionar por lo menos dos clases de estiércoles, estiércoles calientes para las tierras compactas y frías y estiércoles fríos para los suelos ligeros; fuera de estas circunstancias, verdaderamente excepcionales, es el estiércol mixto el que generalmente se emplea.

**Cantidad de estiércol producido.**—La determinación previa de la cantidad exacta de estiércol producido en una explotación es un problema difícil de resolver, pues dicha cantidad es muy variable; depende de varias circunstancias, como son la especie y la edad de los animales, el régimen alimenticio, el sistema de alimentación (pastoreo, estabulación ó mixto) á que estén sometidos, etc.

Sin embargo, cuando se trata de ganados alimentados al *máximo* y que se hallan sometidos al régimen de *estabulación*, es decir, que permanezcan en el establo la mayor parte del tiempo, puede calcularse con alguna aproximación, pues se ha observado que la cantidad de estiércol producido por cada animal está, por lo general, en relación con la talla y el peso vivo del mismo.

Para esto se multiplica el peso vivo del animal por 35 si se trata de bueyes, 30 para las vacas y cerdos, 22 para los carneros y 15 para los caballos y bueyes de trabajo. El producto obtenido indicará la cantidad aproximada de estiércol producida por año. Véase, como ejemplo, el siguiente cuadro:

BASES DEL CÁLCULO			ESTIÉRCOL producido por cabeza.	
PESO vivo por cabeza.	ESPECIES DE ANIMALES	Multiplicador.	Por año.	Por día.
K			K	K
600	Buey de engorde.....	35	21.000	59
500	Vaca.....	30	15.000	41
100	Cerdo.....	30	3.000	8
30	Carnero.....	22	660	1,8
500	Caballo de trabajo.....	15	7.500	20
600	Buey de trabajo.....	15	9.000	24

Este método de determinación sólo puede ser aplicado en las condiciones de alimentación y de régimen antes indicadas, y los

datos no son más que aproximados. Además no se tiene en cuenta, como se ve, la calidad de los alimentos.

Otro método más riguroso para determinar el peso absoluto de estiércol fresco producido en una explotación es el siguiente, que Wolff expone en su obra *Les engrais*:

La cantidad ó el peso del *estiércol fresco* producido se deduce fácilmente de la masa de forraje consumido y de la paja empleada para cama, admitiendo, conforme á los resultados de numerosas investigaciones verificadas con este objeto:

1.º Que el estiércol normal contiene, por término medio, 25 por 100 de materia seca y 75 por 100 de agua.

2.º Que en la media de las circunstancias ordinarias de las explotaciones, las deyecciones sólidas y líquidas reunidas de los animales domésticos (exceptuando el cerdo) contienen, al estado fresco, una proporción de sustancia seca igual á la mitad de la contenida en el forraje consumido, considerado como privado enteramente de agua.

3.º Que, por término medio, se emplea para cama una cantidad de paja equivalente en peso al cuarto del forraje consumido, considerado éste, así como la paja, como privados de agua.

100 kilos de forraje seco consumido suministrarán, pues, 50 kilos de materia seca al estiércol fresco producido, y añadiendo 25 kil. de la paja seca suman 75 kil., que corresponden á 300 kilos de estiércol normal conteniendo 25 por 100 de materia seca. 1.000 kil. de peso vivo de las diversas especies domésticas consumen por día, término medio, 24 kil. de forraje seco y necesitan 6 kil. de paja seca para cama; la producción diaria se eleva, pues, á  $12 + 6 = 18$  kil. de estiércol seco ó 72 kil. de estiércol fresco á 75 por 100 de agua, y la producción anual de 1.000 kil. de peso vivo de ganado en estabulación permanente alcanza á 6.570 kilos de abono seco, equivalente á 26.280 kil. de estiércol fresco. Si, como sucede muchas veces, se emplea para cama menor proporción de paja que la indicada, hay que hacer una reducción correspondiente en la cantidad total de estiércol obtenido.

De modo que para calcular el peso absoluto de *estiércol fresco* producido en una explotación se averigua, por medio de tablas especiales, la cantidad total de materia seca contenida en los forrajes consumidos, se toma la mitad, se añade á la cifra obtenida la

*cantidad total de la materia seca contenida en la paja empleada para cama, y la suma se multiplica por 4.*

**Influencia de las cuadras y establos en la producción del estiércol.**—La disposición de los locales donde viven los ganados puede influir en la cantidad de estiércol producido y en el valor fertilizante de este abono. Si no están bien contruidos y acondicionados, puede haber pérdida de las materias solubles por filtración de la parte líquida de las deyecciones, y evaporación de los gases amoniacales, con perjuicio del valor fertilizante del estiércol. Si se quiere evitar estas pérdidas conviene que el pavimento sea impermeable y que esté dispuesto en plano uniforme é inclinado de adelante atrás, para que los líquidos puedan reunirse en una reguera que les conduzca al depósito del estercolero. Cuando las cuadras y establos no ofrezcan esta disposición, se debe cubrir el piso con una capa de tierra seca que absorba los líquidos que se desprenden de la cama; se empleará de preferencia las tierras ricas en mantillo, las cuales, además de absorber y retener los líquidos, tienen la propiedad de fijar el amoníaco impidiendo que se difunda por la atmósfera; esta capa de tierra conviene que sea abundante, y se renovará de tiempo en tiempo, utilizándose como abono. También se recomienda con este objeto mezclar á las sustancias que constituyen la cama ciertas materias tales como la turba, el tan y el serrín, que ofrecen en alto grado la facultad de retener el amoníaco.

Las camas se renovarán en cuanto estén saturadas de humedad, si se quiere evitar grandes pérdidas de principios fertilizantes; esta saturación tardará tanto más en verificarse cuanto más abundante sea la cama. Las camas de los ganados deben ser más abundantes y se renovarán con más frecuencia en las cuadras y establos de piso horizontal.

Se ha recomendado añadir á las camas de los ganados yeso, sulfato de hierro, kainita (formada en gran parte de cloruro de magnesia), con objeto de transformar el carbonato de amoníaco en sulfato ó en clorhidrato, y evitar así su desprendimiento. La adición de estas sustancias es onerosa y poco eficaz: ofrecen, entre otros, el inconveniente de que hay que emplearlas en grandes cantidades, pues el sulfato ó el cloruro, antes de ejercer su acción sobre el carbonato de amoníaco, tiene que neutralizar los

carbonatos alcalinos, que en proporción muy elevada contienen las orinas de los animales herbívoros.

La cal, contra lo que algunos creen, no detiene la fermentación de la orina de los animales herbívoros, y no impide, por consiguiente, el desprendimiento del amoníaco.

**Estiércol fresco y estiércol fermentado.**—Los estiércoles pueden ser empleados en dos estados: no fermentados, tal como salen de los establos, ó completamente podridos y convertidos en una masa pastosa y homogénea. En el primer caso reciben el nombre de *largos, frescos, pajosos* y *enterizos*, porque las materias vegetales conservan la forma que tenían; y en el segundo se les denomina *cortos, pasados, repodridos, fermentados, grasos* y *consumidos*, porque las sustancias que los constituyen han perdido completamente su estructura. Para llegar á este último estado necesitan los estiércoles más ó menos tiempo, según la temperatura y la cantidad de agua que contienen; en invierno es necesario, por término medio, veinte semanas, mientras que en verano bastan ocho ó diez por lo general. Los estiércoles ofrecen, en estos dos estados, propiedades diferentes.

Los *estiércoles largos*, según Girardin, ocupan mucho volumen y ejercen una acción más duradera sobre la vegetación; por eso se aplican especialmente á los vegetales que permanecen largo tiempo en el suelo y á las tierras fuertes, compactas y arcillosas, para que con su contextura fibrosa les den soltura.

Los *estiércoles cortos*, por el contrario, son pesados y compactos, y ejercen una acción inmediata sobre las plantas, pero su efecto es menos duradero; por eso se emplean especialmente en los cultivos de vegetación rápida y en los suelos ligeros.

El estiércol fresco para convertirse en la *materia negra* que resulta de su fermentación, pierde, generalmente, el 25 por 100 de su volumen primitivo. Esta pérdida enorme es la causa de que la mayor parte de los agrónomos recomienden que se emplee, de preferencia, el estiércol fresco, inmediatamente que sale de los establos. Girardin aconseja someterlos antes á una ligera fermentación, hasta que la paja comience á tomar el color moreno y su tejido haya perdido la consistencia.

La conveniencia de esta maceración previa se funda en que para convertir las materias insolubles del estiércol, que no pueden servir á la nutrición de la planta, en compuestos solubles y

gaseosos (ácido carbónico y sales amoniacales) es necesaria una fermentación que no se verifica bien sino cuando el estiércol se acumula en grandes masas. Cuando el estiércol se aplica á la salida de los establos, esta fermentación necesaria se verifica imperfectamente en el suelo, y la mayor parte del estiércol permanece sin obrar hasta que después de mucho tiempo la fibra leñosa de la paja se destruye y se transforma en materia nutritiva. El estiércol fresco es un abono de acción muy lenta, que sólo conviene emplear cuando se quiere que sus efectos se dejen sentir durante una larga serie de cosechas.

Pero si un principio de fermentación, sigue diciendo Girardin, es útil para que la paja se desagregue y alcance un estado próximo al de su resolución en principios asimilables, una putrefacción avanzada es, por otra parte, muy perjudicial. En este caso el calor no tarda en elevarse considerablemente en el centro de la masa; la capa exterior humea; gases y vapores (ácido carbónico, óxido de carbono, hidrógeno carbonado y amoníaco) se desprenden y se pierden para la vegetación; las sales solubles, los fosfatos y las materias orgánicas son acarreadas, en gran parte, por el jugo que se escurre del estiércol, y el volumen de la masa disminuye cada vez más.

Entre estos dos extremos es necesario colocarse para obtener de los estiércoles el mayor efecto útil como abonos. Conviene, por consiguiente, amontonarlos durante algún tiempo, antes de emplearlos, para que una ligera fermentación reblandezca las pajas, les dé un color moreno y aspecto grasiento y homogéneo; entonces se encuentra la masa en buenas condiciones para convertirse prontamente, en el suelo, en principios solubles y gaseosos, útiles á la nutrición de la planta.

Esta *maceración* de los estiércoles largos, bien distinta de la putrefacción que sufren habitualmente para llegar al estado de *materia negra*, no exige que el estiércol esté amontonado durante mucho tiempo: de seis semanas á tres meses, según la estación, es suficiente.

La transformación que el estiércol experimenta durante este tiempo aumenta singularmente su valor como abono, y le comunica la rapidez de acción tan necesaria en la mayoría de los casos.

De los interesantes estudios verificados por el Dr. Voelcker

acerca de los estiércoles frescos y consumidos se deducen las siguientes conclusiones:

1.<sup>a</sup> Los estiércoles consumidos son los más eficaces, porque contienen, al estado salubre, mayor cantidad de nitrógeno, fosfatos y materias orgánicas y minerales.

2.<sup>a</sup> Al fermentar el estiércol pierde, al estado de ácido carbónico y de otros productos gaseosos, una proporción considerable de materias orgánicas, y únicamente si la fermentación está bien dirigida, no se extiende la pérdida al nitrógeno y á las materias salinas.

3.<sup>a</sup> El amoniaco no se desprende cuando el montón de estiércol está suficientemente comprimido, porque las capas exteriores más frías lo retienen á medida que se va produciendo en el interior del montón; pero si se remueven los estiércoles, se pierde el amoniaco en cantidades apreciables, por lo que importa no tocar al estiércol más que cuando sea absolutamente necesario.

4.<sup>a</sup> La pérdida en valor fertilizante que el estiércol conservado en montones experimenta no resulta tanto de la volatilización del amoniaco como del acarreo de las sales amoniacaes, de las materias orgánicas nitrogenadas solubles y de las sustancias salinas por las lluvias que riegan el montón. El estiércol muy consumido sufre más que el fresco la acción perjudicial de las lluvias.

5.<sup>a</sup> Es más perjudicial que provechoso prolongar la fermentación del estiércol más allá del tiempo necesario. Cuanto más tiempo se conserva el estiércol en montones al aire libre, mayores son las pérdidas que experimenta.

6.<sup>a</sup> La mejor manera de impedir la pérdida de los elementos fertilizantes del estiércol es repartirlo, en cuanto las circunstancias lo permitan, por las tierras que se han de abonar. Repartido el estiércol, no hay que temer pérdida alguna si el suelo contiene arcilla, porque la distribución detiene la fermentación, y por consiguiente, el desprendimiento de amoniaco y de productos volátiles fertilizantes; y por otra parte, la arcilla absorbe y retiene las materias salinas que las lluvias podrían disolver.

**Obtención de los estiércoles fermentados.**—De lo que precede parece desprenderse que el agricultor debe aplicar á las tierras el estiércol recién extraído de los establos; porque

aunque es posible evitar en gran parte la pérdida de los principios fertilizantes volátiles que se producen durante la putrefacción de los estiércoles, tomando ciertas precauciones, está fuera de duda que su empleo directo, antes de la fermentación, ofrece más garantías contra la pérdida de elementos útiles. El estiércol tiene entonces, dice Larbalétrier, todo el tiempo necesario para coasumirse en el suelo, y se produce la nitrificación y otras transformaciones que convierten en directamente asimilables gran número de principios útiles de la tierra arable.

Sin embargo, no siempre es posible proceder de esa manera: hay épocas del año en que la incorporación del estiércol al suelo no puede verificarse, y como el ganado lo está produciendo constantemente, hay necesidad de conservarlo, en muchas ocasiones, durante dos ó tres meses, y algunas veces más tiempo. Por eso no es lo corriente aplicarlo al estado fresco; generalmente se le deja fermentar y que se convierta en estiércol *corto ó graso*, como aconseja Girardin. En este caso hay que someter el estiércol á un tratamiento racional que conserve su riqueza primitiva y le dé la composición más homogénea posible. Este tratamiento, ó lo que es igual, la confección de los estiércoles fermentados, comprende: 1.<sup>o</sup>, la *preparación*; 2.<sup>o</sup>, la *conservación* del estiércol.

**Preparación del estiércol.**—Muchas son las maneras de preparar los estiércoles para la fermentación; pero los procedimientos más empleados son los siguientes: 1.<sup>o</sup>, en los mismos establos; 2.<sup>o</sup>, en los patios y calles; 3.<sup>o</sup>, en los estercoleros, y 4.<sup>o</sup>, en zanjas.

*La preparación del estiércol en los establos* se reduce á dejar las deyecciones y las camas en las mismas habitaciones que ocupan los ganados, cuidando de agregar la suficiente cantidad de materias absorbentes. Pasado algún tiempo, se inicia la descomposición, aumentándose considerablemente la temperatura; cuando ésta descende puede aplicarse el estiércol á las tierras.

Esta manera de confeccionar el estiércol ofrece los siguientes inconvenientes: la falta de limpieza á que se hallan expuestos los animales; los graves accidentes que en su salud pueden ocasionar las variaciones bruscas de temperatura que deben experimentar al salir al exterior; la gran cantidad de miasmas, perjudiciales para el ganado, que se desarrollan durante la fermentación; la poca homogeneidad de los estiércoles producidos, debida

á que las capas inferiores se hallan siempre en un estado de descomposición más avanzado que las superiores; la gran cantidad de materias que hay que emplear para cama, lo que da lugar á estiércoles de escaso valor fertilizante, y por último, el enmohecimiento que se produce con frecuencia en una parte más ó menos considerable de la masa y que origina la pérdida completa del estiércol. El ahorro de los gastos de preparación que se obtiene con este procedimiento no compensa los inconvenientes señalados.

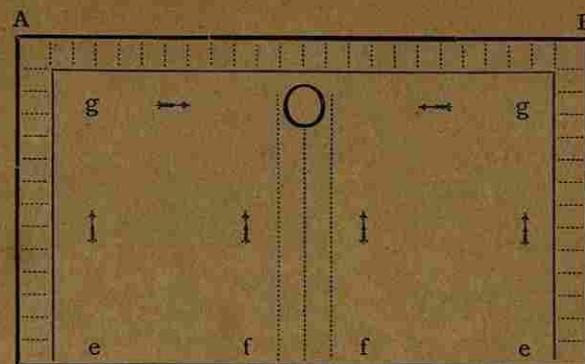
*La preparación del estiércol en los patios* consiste en ir depositando el estiércol, á medida que se va extrayendo de los establos, en patios cuyo piso está más bajo que el resto del edificio y donde permanece expuesto á los agentes atmosféricos hasta que sufre una completa putrefacción. La acción continuada de las lluvias y el calor excesivo del verano hacen perder al estiércol la mayor parte de los productos solubles y volátiles, además del considerable número de insectos y de miasmas que se producen.

En algunas localidades de nuestro país se confecciona el estiércol en las calles y hasta en las mismas puertas de las habitaciones, con lo que se agravan considerablemente los inconvenientes indicados.

*La preparación del estiércol en estercoleros* es el procedimiento más generalmente seguido en las grandes explotaciones agrícolas.

Un estercolero consiste en una extensión de terreno de forma cuadrada ó rectangular, cerrado por tres lados mediante un muro de mampostería de un metro de altura próximamente. El suelo debe ser impermeable, para evitar filtraciones, y ligeramente inclinado para facilitar el escurrido de los jugos del estiércol hasta las regueras que circunscriben el área del estercolero; estas regueras conducen los líquidos á una cisterna provista de una bomba destinada á regar los montones de estiércol cuando sea necesario. La cisterna debe ser cerrada y ofrecer escasa superficie de evaporación, para evitar que el amoniaco, siempre en tensión en el jugo del estiércol, se desprenda.

**Plano del estercolero de Schattenmann.**



A B.—Muros de mampostería.  
 f f.—Pendientes de 5 cm. por metro hacia la cisterna.  
 e e.—Pendientes de 3 id. por id. hacia la fd.  
 g g.—Pendientes de 2 id. por id. hacia la fd.  
 En medio se halla el camino para los carros, y al final la cisterna destinada á recoger los líquidos.

El estercolero debe estar próximo á las cuadras y establos, y distante de las habitaciones del hombre; expuesto de tal manera que los vientos dominantes no conduzcan los miasmas y malos olores desprendidos por el estiércol á las indicadas habitaciones; debe ofrecer una disposición que permita el fácil manejo y la carga y descarga de los materiales, y, por último, las dimensiones han de ser proporcionadas á la cantidad de estiércol que se ha de reunir, teniendo en cuenta que conviene formar montones separados con los estiércoles de distinta naturaleza ó que se hallen en diferente estado.

A medida que el estiércol se extrae de los establos, operación que debe verificarse en períodos de tiempo que no excedan de tres á cuatro semanas, se va depositando en las plataformas del estercolero, sobre un lecho de cañas, pajas ó ramas que impidan su inmediato contacto con el suelo y faciliten el escurrido de los líquidos. Según se deposita el estiércol se extiende con regularidad para formar capas de medio metro próximamente de espesor, que se apisonan fuertemente. Se continúa colocando capas unas encima de otras, procurando que los bordes sean verticales,

hasta formar un montón cuya altura no debe exceder de dos metros. El montón debe ofrecer la menor superficie posible al aire y al sol.

La preparación del estiércol en zanjas es un procedimiento conveniente en determinadas circunstancias. Las fosas ó zanjas destinadas á la confección del estiércol consisten en excavaciones de uno á dos metros de profundidad en la parte más baja, formadas por dos planos ligeramente inclinados. En el fondo de la zanja, ó sea en el punto de encuentro de los dos planos inclinados, existe una reguera que recoge el jugo que fluye del estiércol y lo conduce á una cisterna provista de una bomba. El suelo de la zanja debe ser impermeable. Estas fosas se construyen cerca de los establos y deben estar situadas al Norte si es posible. En ellas se va acumulando el estiércol según se va extrayendo de las habitaciones de los animales, y á medida que se deposita se apisona y se riega cuando es necesario.

Con este sistema se sustrae el estiércol á la acción de los agentes atmosféricos, y aunque ofrece el inconveniente de que la carga y descarga de los materiales y la mezcla de las diferentes capas de estiércol se verifica con dificultad, tiene la ventaja, según Bertahult, de atenuar en gran parte los efectos, desastrosos con los estercoleros, de una compresión incompleta y de riegos insuficientes. Esta ventaja de las zanjas sobre los estercoleros es de verdadera importancia, porque precisamente en la época de los calores, que es cuando los estiércoles reclaman los más asiduos cuidados, otros trabajos urgentes ocupan todo el personal de la granja. Por otra parte, la compresión ó apisonado, tan indispensable en la confección de los estiércoles, puede obtenerse en las zanjas de una manera económica; basta rodearlas de redes ó cañizos móviles para transformarlas en parque, donde se encierran los animales durante más ó menos tiempo para que compriman el estiércol y le añadan sus deyecciones. Algunas veces se cubren las zanjas con un tejado y se convierten en verdaderos establos durante una parte del año.

En vista de las ventajas é inconvenientes que respectivamente ofrecen las zanjas y los estercoleros, se ha discutido acerca de cuál sistema debe ser preferido. Las opiniones están divididas, lo que nada tiene de extraño, porque en absoluto ninguno de los dos sistemas es preferible al otro; la elección depende de algunas

circunstancias especiales que Bella, antiguo director de Grignon, ha puesto de manifiesto.

Aunque en Grignon, dice Bella, se ha preferido el estercolero á la zanja, no titubeo en reconocer que en las explotaciones muy poco importantes para tener un hombre especialmente encargado de esta fabricación y para dar grandes dimensiones á los montones de estiércol, las fosas son preferibles á los estercoleros, porque las materias fertilizantes acumuladas están mejor protegidas contra las consecuencias de una mala estratificación y de riegos insuficientes. Esto es sobre todo verdad en los climas cálidos y secos, que desecan rápidamente las paredes del estiércol y permiten el desenvolvimiento de las vegetaciones criptogámicas conocidas con el nombre de *enmohecimiento ó blanco* del estiércol, que ocasionan una pérdida de nitrógeno, probablemente al estado gaseoso. Pero cuando los montones de estiércol pueden ser contruídos y cuidados por un hombre especial, es decir, cuando puedan ser conveniente y regularmente tratados; cuando la cantidad de estiércol es lo suficientemente grande para necesitar montones de dimensiones tales que las superficies sean proporcionalmente poco importantes con relación á la masa, el estercolero nos ha parecido preferible, porque el acceso es más fácil, y esto tiene gran importancia, pues permite verificar con prontitud y economía la carga del estiércol en los carros que deben transportarlo á las tierras en que ha de ser empleado.

Se puede, es verdad, hacer descender los carros para la carga en las fosas de grandes dimensiones, sobre el mismo estiércol acumulado en ellas. Pero, sin contar con que el fondo pendiente de las zanjas es un inconveniente serio para la salida de los carros cargados, hay necesidad en este caso de extraer el estiércol por capas horizontales ó poco menos, lo que impide la mezcla conveniente de los diversos elementos que lo componen. Los estercoleros son, por otra parte, mucho más económicos de construir que las zanjas.

**Conservación del estiércol.**—Una vez depositado y estratificado el estiércol, sea cualquiera el procedimiento empleado en su preparación, se debe procurar, según Wolff:

1.º Conservar su riqueza primitiva, es decir, todas las materias útiles á la planta que contenga, y, si puede ser, aumentar su poder fertilizante.

2.º Darle la composición más homogénea posible.

3.º No reducir su volumen ni su peso más allá de ciertos límites.

Para conseguirlo será necesario:

1.º Evitar que se pierdan los jugos del estiércol y con ellos las materias solubles que contienen.

2.º Impedir que se marchen á la atmósfera los productos volátiles que se van originando.

3.º Que la fermentación se verifique con lentitud y regularidad.

La *pérdida de los jugos* se evitará, según dijimos, confeccionando el estiércol sobre un suelo impermeable, y recogiendo los líquidos que se desprendan en una cisterna convenientemente situada, para volverlos á incorporar al estiércol en forma de riegos cuando éstos sean necesarios.

Para evitar el *desprendimiento de los productos volátiles*, y sobre todo de los gases amoniacales, que disminuye considerablemente el valor fertilizante del estiércol, se ha recomendado adicionarle diversas sustancias, entre ellas la cal, el yeso, el sulfato de hierro, la kainita, el fosfato de cal y los ácidos diluídos.

El empleo de la cal no es conveniente. La cal, dice Vidalin, es útil para activar la descomposición del mantillo, pero no debe mezclarse nunca directamente á las sustancias de origen animal, porque las destruye eliminando los principios más fertilizantes.

Respecto del yeso, del sulfato de hierro, de la kainita y de las demás sustancias que se aconseja añadir al estiércol para que se combinen con el amoníaco, impidiendo así su desprendimiento, ya hemos dicho, al tratar de la manera de evitar el empobrecimiento del estiércol en los establos, que su empleo es oneroso y poco eficaz, por la presencia en las deyecciones de los animales herbívoros de grandes cantidades de carbonatos alcalinos que neutralizan su acción. Ahora añadiremos que la aplicación de estas sustancias al estiércol en fermentación es perjudicial, según se deduce de las investigaciones practicadas por Dehérain acerca de la fermentación del estiércol, que ya hemos expuesto en otro lugar.

En efecto, resulta de las observaciones de Dehérain, que la descomposición del estiércol para dar lugar á la *materia negra* se verifica: 1.º, por la acción de los *carbonatos alcalinos* procedentes

de las orinas, que atacan las vasculosas y los albuminoides de la paja y las materias nitrogenadas contenidas en las deyecciones sólidas; 2.º, por la acción de los *microbios* que dan lugar á las oxidaciones y fermentaciones que en el estiércol se verifican.

Ahora bien, las sustancias que se recomiendan para transformar el carbonato de amoníaco en sulfato ó en clorhidrato y evitar así el desprendimiento y la pérdida de los gases amoniacales, descomponen los carbonatos alcalinos é impiden, por consiguiente, que se verifiquen las reacciones beneficiosas que éstos determinan. Estos carbonatos alcalinos constituyen, por otra parte, un medio favorable para la existencia de los fermentos del estiércol. Es, pues, necesario no impedir la acción de los carbonatos alcalinos proscribiendo el empleo de las sustancias ácidas y de los sulfatos, que descomponen dichos carbonatos y que se usan para evitar el desprendimiento de las materias amoniacales que se producen en el estiércol. Este desprendimiento puede y debe evitarse rociando el estiércol con el *purin* ó jugo que desprende, el cual disuelve los compuestos amoniacales.

También se puede evitar el desprendimiento del amoníaco cubriendo el montón de estiércol con una capa de tierra arcillosa bien seca, de casca de tenerías, de turba ó de otras sustancias que, como éstas, absorban el amoníaco sin impedir la acción de este álcali sobre el estiércol. No hay necesidad de apelar á este procedimiento cuando se puede regar el estiércol con el jugo que desprende; únicamente habrá que emplearlo, como diremos más adelante, en las pequeñas explotaciones agrícolas, que por lo general carecen de cisterna provista de bomba destinada á regar los montones de estiércol.

Para que la descomposición del estiércol se verifique con *lentitud* y *regularidad* aconsejan algunos remover ó apisonar la masa, según que la fermentación marche lentamente ó con rapidez. Estas labores tienen por objeto facilitar ó impedir, según los casos, el acceso del aire, que activa las oxidaciones y fermentaciones que en el estiércol se verifican.

La práctica de remover profundamente el estiércol para activar la fermentación favoreciendo el acceso del aire no es conveniente. Estas labores excesivas, al favorecer la descomposición de la materia orgánica, consumen rápidamente el estiércol y determinan una pérdida considerable de materiales que se acusa

por la disminución en peso y en volumen que el estiércol experimenta. Y es natural: la combustión lenta que se produce en la masa del estiércol y que eleva la temperatura, favorece las reacciones que se deben verificar para dar lugar á la *materia negra*; pero si la combustión es muy enérgica, determina una desaparición considerable de materias orgánicas; y es claro que una masa de estiércol removida con mucha frecuencia se consumirá rápidamente, así como una masa de estiércol muy apisonada se enfriará demasiado para que las reacciones útiles continúen. Se evitan estos dos inconvenientes manteniendo el estiércol muy apisonado, pero regándolo con frecuencia con el jugo que desprende.

Los riegos frecuentes favorecen el acceso del aire, que activa la acción de los fermentos, sin necesidad de remover profundamente el estiércol. Resulta, por consiguiente, que regando frecuentemente el estiércol con el *purin* ó jugo que desprende se consigue:

1.º Disolver los compuestos amoniacales, haciendo inútil el empleo de sustancias que, para evitar el desprendimiento del amoniaco, descomponen los carbonatos alcalinos impidiendo las reacciones beneficiosas que éstos determinan.

2.º Favorecer el acceso del aire, que activa las fermentaciones, sin necesidad de remover profundamente el estiércol, práctica que da por resultado una pérdida considerable de materia orgánica.

3.º Al favorecer el acceso del aire, y activar las fermentaciones, eleva la temperatura y aumenta la energía de las reacciones que se verifican en el estiércol.

4.º Proporcionar al estiércol la humedad necesaria.

5.º Impedir el desarrollo de las vegetaciones criptogámicas conocidas con el nombre de *blanco* del estiércol que se desenvuelven á expensas de las materias útiles del estiércol, sobre todo del de caballo, y que cubren la masa de los estiércoles regados insuficientemente.

En resumen: los riegos evitan las pérdidas de materias útiles, favorecen la acción del aire y conservan en el estiércol la humedad y el calor necesarios para que la fermentación se verifique con regularidad.

Regando con la frecuencia necesaria para que la descomposición sea moderada y la fermentación se verifique con regulari-

dad, se consigue que el estiércol se convierta en la *materia negra* sin que haya disminuído su poder fertilizante originario.

Lo que se acaba de decir acerca de la confección de los estiércoles fermentadas es aplicable principalmente á las grandes explotaciones agrícolas. En las pequeñas granjas, desprovistas por lo general de estercoleros, cisternas y bombas, se puede seguir el siguiente procedimiento, sencillo y poco costoso: se formará el montón sobre un terreno perfectamente plano, al abrigo de las goteras; como el suelo no es impermeable ni los jugos que el estiércol desprende se pueden recoger aparte, se excavará una pequeña fosa y se la llenará de buena tierra tamizada, que absorberá los líquidos y se convertirá en un verdadero abono. Se rodeará, además, el montón de una reguera, destinada á retener el jugo que se desprenda. Formado el montón, se cubrirá con una capa bien apretada de tierra seca, de unos 20 á 30 centímetros de espesor, para impedir que las lluvias arrastren los elementos nutritivos y evitar los desprendimientos gaseosos que disminuyen el valor fertilizante del estiércol; en vez de tierra se puede emplear con ventaja el tan ó la turba. Los montones se deben construir con rapidez para cubrirlos lo antes posible.

**Composición del estiércol.**—La composición del estiércol y, por consiguiente, su riqueza en principios fertilizantes (nitrógeno, ácido fosfórico y potasa), varía según se trate de los estiércoles frescos ó de los fermentados.

El estiércol fresco experimenta, durante el tiempo necesario (dos ó tres meses) para llegar por la fermentación al estado uniforme, una disminución de peso y de volumen. Cuando los riegos son frecuentes sin ser excesivos, y la fermentación es lenta y regular, esta disminución no es muy importante, se eleva, por término medio, de 16 á 20 por 100, ó sea de un sexto á un quinto del peso y del volumen del estiércol fresco.

La reducción que sufre el estiércol conservado en montones durante largo tiempo procede de la descomposición de la materia orgánica y de la evaporación de cierta cantidad de agua. Una parte de la materia vegetal desaparece en forma de ácido carbónico, agua y amoniaco (ácido nítrico), y el calor desarrollado en la masa provoca la eliminación del agua. La suma de materias minerales permanece la misma, si se ha tenido cuidado de evitar el lavado del estiércol por las lluvias. El ácido carbónico formado

se va á la atmósfera, mientras que el amoniaco y el ácido nítrico que nacen simultáneamente son retenidos casi por completo si no se remueve la masa; de donde resulta que la cantidad absoluta de nitrógeno existente antes de la fermentación disminuye menos que la de carbono, y en definitiva, si el estiércol contiene la misma proporción de agua antes y después de la fermentación, su riqueza proporcional en materias minerales y en nitrógeno combinado habrá aumentado; pero habrá disminución de la materia orgánica.

Suponiendo que los elementos minerales y el nitrógeno se hayan conservado por completo después de la fermentación, y admitiendo una pérdida en peso absoluto de un quinto y una proporción constante de 75 por 100 de agua, el estiércol, según sea fresco ó fermentado, contiene en 100 partes:

	Estiércol fresco.	Semidescompuesto.
Agua.....	75	75
Nitrógeno.....	0,39	0,49
Acido fosfórico..	0,18	0,23
Potasa.....	0,45	0,56
Cal.....	0,49	0,61

Esta riqueza del estiércol en principios fertilizantes es el término medio deducido de varios análisis; la composición de este abono es muy variable: depende, como sabemos, de varias circunstancias, principalmente de la alimentación del ganado, de la naturaleza de las camas y, cuando se trata del fermentado, del procedimiento seguido en su preparación y conservación.

El jugo del estiércol, agua estercoriácea, ó *purin* de los franceses, es un líquido oscuro que fluye del estiércol, y está formado por la orina de los animales y el agua de lluvia ó de riego que humedece el montón. Este líquido, al filtrarse á través del estiércol, es despojado de una parte de las sustancias fijas útiles que contenían las orinas, pero contiene concentradas las materias solubles del estiércol. Según los análisis verificados, se puede admitir que 1.000 partes en peso de jugo de estiércol contienen:

Agua.....	982
Nitrógeno.....	1,5
Acido fosfórico.....	0,1
Potasa.....	4,9
Cal.....	0,3

El empleo aislado del jugo del estiércol en estado de pureza, sobre todo si es de buena calidad, sobre las praderas y cultivos herbáceos ofrece los mismos inconvenientes que la aplicación de las orinas al estado natural: debe ser previamente diluído como aquéllas en cuatro veces su volumen de agua; de esta manera puede usarse en los mismos casos y en las mismas dosis que las orinas.

**Distribución y enterramiento del estiércol.**—Conducido el estiércol á las tierras, se dispone en montones iguales colocados á 7 ú 8 metros de distancia en todos sentidos, para que el obrero, por medio de palas ú horcas de madera ó de hierro, pueda deshacerlos y repartirlos con regularidad por el terreno.

El estiércol no debe permanecer mucho tiempo amontonado sin repartir por el suelo; debe esparcirse todo lo más pronto posible. Sea cualquiera, dice Wolff, el grado de descomposición del estiércol, es necesario, tan pronto como llega á las tierras en que se ha de emplear, *repartirlo inmediatamente y lo más uniformemente* posible sobre toda la extensión á que está destinado. Si se deja sobre el suelo sin repartir dispuesto en montones, tal como se descarga de los carros, el estiércol experimenta una rápida descomposición; los elementos solubles son absorbidos por la porción de tierra en que descansa el montón y el reparto de la materia fertilizante es, por consiguiente, desigual; los cuerpos volátiles se desprenden, originándose pérdidas de amoniaco. Además, el estiércol conservado mucho tiempo en montones forma cuerpo, se aglomera y se divide con dificultad, lo que hace más costosa y menos uniforme la distribución.

El enterramiento del estiércol debe seguir inmediatamente á la distribución para obtener una acción igual y sostenida durante tres ó cuatro años sucesivos. Cuando el estiércol permanece expuesto durante algún tiempo á la acción del aire, la descomposición de la sustancia orgánica es más rápida y el estiércol aprovecha particularmente á la primera cosecha; la segunda y la tercera no experimentan más que débiles efectos. En las estaciones frías, en otoño y en invierno, la descomposición es más lenta y el estiércol puede permanecer durante algún tiempo sin enterrar.

Se entierra el estiércol dando una labor con arado de vertedera para dejarlo bien cubierto.

No es indiferente la profundidad á que deben ser enterradas

las materias fertilizantes, especialmente cuando se trata de sustancias enérgicas que se emplean en pequeña cantidad, como el guano y la palomina. En lo que se refiere al estiércol, no debe, en general, introducirse mucho; sin embargo, la profundidad debe ser mayor cuando se cultivan plantas de raíces pivotantes, como la zanahoria, remolacha y alfalfa, que si las plantas son de raíces fasciculadas, como los cereales.

Dice Menault que cuando se aplica el estiércol al principio de la primavera y sobre tierras ligeras y permeables, hay que introducirlo hasta la capa donde se conserve la frescura y donde la vegetación subterránea presente la mayor actividad. Si se coloca más cerca de la superficie, en una capa que pierda la humedad en el verano, el estiércol se deseca y no sirve para las necesidades de las plantas. Por el contrario, si se trata de aplicarlo en otoño en tierras arcillosas y compactas donde el aire penetra con dificultad, se debe enterrar por medio de una labor superficial; la infiltración natural se encarga en este caso de la difusión del abono por todo el espesor del suelo cultivado.

Algunas veces se emplea el estiércol dejándolo sin cubrir sobre los sembrados recientes; á esta manera de aplicar el estiércol se llama en *cobertera*. Este procedimiento, dice Wolff, no puede ser considerado más que como un expediente empleado principalmente para enriquecer las tierras que no han podido ser colocadas antes de la siembra en condiciones favorables de fertilidad. La eficacia del estiércol aplicado de esta manera es muy pronta, á veces extraordinariamente favorable; pero es de corta duración, generalmente no pasa de un año.

El agricultor que dispone de estiércol en exceso, cosa poco corriente, puede dedicar ventajosamente una parte para abonar en *cobertera* las plantas que no corren peligro de ser fácilmente vencidas por el viento y cuyos productos no se alteran por el empleo de abonos en abundancia, tales como el maíz, la remolacha forrajera y otras análogas. También conviene aplicar el estiércol en *cobertera* cuando el suelo es suelto y rico en humus, cuando no hay que preocuparse de mejorar sus cualidades físicas, cuando se trate de conservar el mayor tiempo posible la humedad del invierno debajo de la capa del estiércol y cuando se quiera proteger las semillas de los fríos excesivos; en este último caso hay que aplicarlo antes de las heladas del invierno.

Pero no se debe emplear más que por excepción el estiércol en *cobertera*. La completa utilización de este abono, su acción uniforme y sostenida sobre las cosechas durante varios años seguidos sólo se puede conseguir con el enterramiento inmediato, con una buena distribución y mezclándolo íntimamente á la tierra arable.

La aplicación del estiércol se verifica durante todas las estaciones del año, según las plantas que se cultiven: en invierno para las habichuelas; en primavera para el cáñamo, maíz y tabaco; en verano para la colza, trébol encarnado y rábanos, y, por último, en otoño para un gran número de plantas que se siembran en esta época. El otoño ó la entrada del invierno es en general la época más favorable para aplicar el estiércol. Sin embargo, hay que tener presente que las estercoladuras recientes perjudican á los cereales; en cambio producen buenos efectos en las legumbres y en las plantas de prado.

En el cultivo con barbecho se aplica el estiércol en el año en que la tierra descansa. En el cultivo alterno se estercola, ordinariamente, en el tiempo que media entre la recolección y la siembra.

El estiércol conviene á todos los suelos. Aunque por lo general es más ventajoso el empleo de los estiércoles frescos, se debe preferir para las tierras ligeras y secas el estiércol descompuesto, reservando los recientes ó pajosos para los terrenos fríos y compactos, como los arcillosos, y para los calizos, que activan la descomposición de estos abonos.

Para las plantas de invierno y para las de primavera de vegetación lenta y que exigen numerosos cuidados culturales se recomiendan los estiércoles frescos, y los descompuestos para los vegetales de rápido desarrollo.

La unidad más usada en la aplicación del estiércol es la tonelada de peso (1.000 kilos); el *montón*, el *carro* y el *metro cúbico* no tienen nada de absoluto, porque los montones son más ó menos voluminosos, las dimensiones de los carros varían y el metro cúbico puede estar más ó menos apisonado; el peso del metro cúbico varía considerablemente con el grado de humedad, el apisonamiento, la cantidad de paja empleada, etc. Como término medio se admite que el metro cúbico de estiércol fresco pesa 500 kilogramos y 800 el metro cúbico de estiércol consumido (después de seis meses próximamente).

Se dice que una estercoladura es *muy fuerte* cuando la cantidad de estiércol empleada pasa de 60.000 kilogramos por hectárea; *fuerte*, si excede de 50.000; *buena*, si alcanza á 40.000. Una estercoladura *ordinaria* es de 30.000 kilogramos de estiércol por hectárea. Girardin recomienda como término medio 10.000 kilogramos por año y hectárea, ó sean 30.000 kilogramos de estiércol bien preparado para la rotación de tres años; sin embargo, en nuestro país hay quien cree que bastan de 5 á 6.000 kilogramos por año y hectárea. De todos modos, conviene advertir que la naturaleza del suelo, la del estiércol, el sistema de cultivo y las plantas cultivadas hacen variar la cantidad de estiércol que se debe emplear.

**Valor y precio del estiércol.**—El valor agrícola del estiércol, esto es, su estimación como materia fertilizante, se deriva de su riqueza en nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y cal. Esta riqueza varía á su vez principalmente, como sabemos, con la alimentación más ó menos rica del ganado, con la naturaleza de las camas, con la preparación y conservación de este abono, etc.

Todas estas circunstancias de que depende el valor agrícola del estiércol influyen en el precio de este abono, el cual varía además con la abundancia ó escasez del estiércol, y por consiguiente con el número y clase de animales existentes en cada localidad, con los gastos de acarreo, con el estado de la agricultura del país, etc.

Dependiendo de causas tan variadas el precio del estiércol, nada tiene de extraño que sea ésta una de las cuestiones más debatidas entre los agricultores. Como dice Ville, cada uno le señala el precio á su manera. Hay quien sostiene que no cuesta nada; otros, por el contrario, dicen que es muy caro. Déhérain fija el precio de venta del estiércol al máximum en 15 fr. la tonelada. Ville adopta el precio de 14,25 fr. y deduce que, en igualdad de riqueza en principios fertilizantes, es más caro y da menores rendimientos que los abonos químicos. Lecouteaux cree que se puede producir á 10 fr.; en este caso el nitrógeno costaría solamente á 1,70 fr. el kil., el ácido fosfórico á 66 céntimos y la potasa á 40. Gasparin y Mathieu de Dombasle no lo aprecian más que en 7 fr. próximamente, y Boussingault en 5,20 fr. A este precio el estiércol sería el abono más barato; pero es nece-

sario que la composición responda á la riqueza indicada en principios fertilizantes.

En general el empleo de los estiércoles es poco beneficioso cuando hay que adquirirlos por compra, ofreciendo mejores condiciones económicas si se producen en la casa de labor y se subordina su obtención al número de animales existentes en la granja.

**Duración de los efectos del estiércol.**—No se puede precisar el tiempo que dura la acción absoluta del estiércol, porque depende de varias circunstancias. Según Lefour, las causas que influyen principalmente en esta duración son:

1.<sup>a</sup> *La naturaleza del estiércol:* cuanto más rico es en principios amoniacales, cuanto más soluble, cuanto más descompuesto y más dividido se emplee, menos dura su acción. Sin embargo, si es rico en sales poco solubles puede obrar durante más tiempo, pero solo por estas sustancias.

2.<sup>a</sup> *La naturaleza del suelo:* el estiércol dura más tiempo en las tierras arcillosas que en las arenosas, pero obra con menos rapidez; en los suelos arcillosos el estiércol tarda al principio más tiempo en manifestar sus efectos. Se conserva bien en las tierras frías, pero su acción es escasa; en cambio en los suelos cretáceos desaparece pronto, pero deja principios cuya acción se manifiesta por mucho tiempo.

3.<sup>a</sup> *La temperatura:* el calor, el agua y el sol activan la descomposición del estiércol; un exceso de sequedad la detiene.

4.<sup>a</sup> *Las plantas:* los vegetales consumen el estiércol en proporciones muy diferentes.

5.<sup>a</sup> *El cultivo y las labores:* un cultivo activo pone el estiércol más al alcance de las plantas, y favoreciendo el desarrollo del vegetal, acelera la disolución del abono.

En lo que se refiere á la frecuencia de las estercoladuras en el mismo terreno, depende de causas muy diversas que no permiten indicar reglas generales. Así se observa que en unos puntos aplican el estiércol todos los años, en otros cada dos, tres, cuatro, cinco, seis, etc.

*Estiércol de caballo.*—En los cuarteles de caballería, en las cuerdas de las empresas de transporte, en las posadas y otros sitios análogos se obtiene aisladamente el estiércol de caballo. Conviene por eso tratar de él aparte.

Este estiércol se vende por lo general á los agricultores al estado fresco. Su composición es sensiblemente constante, efecto de la alimentación casi uniforme que reciben los caballos utilizados en las poblaciones; esta alimentación se compone siempre de heno y de granos, entre los cuales ocupan el primer lugar la avena y el maíz. Tampoco varía la naturaleza de la sustancia empleada para cama. La paja de los cereales es casi la única materia utilizada con este objeto, en Francia y en España al menos. En cambio, varía considerablemente la cantidad de paja empleada para cama, y con ella la calidad del estiércol. Cuanto menor sea la proporción de paja que contenga, mayor será el valor fertilizante del estiércol.

Los caballos de la Compañía general de Omnibus de París reciben para cama 3,795 kilogramos de paja. Cuando la ración de granos estaba constituida únicamente por la avena, cada caballo producía, por término medio, 24 kilogramos de estiércol al día. Desde que la avena ha sido sustituida, por economía, por el maíz, la producción diaria ha bajado á 20 kilogramos, sin que por esto haya disminuído la cantidad total de materias fertilizantes; los estiércoles en los cuales la avena es reemplazada parcial ó totalmente por el maíz son, por consiguiente, más concentrados y contienen en peso igual mayor cantidad de elementos fertilizantes.

La composición centesimal del estiércol de caballo de la Compañía de Omnibus, al estado fresco y tal como se vende á los agricultores, varía entre los siguientes límites:

Agua.....	80,00 á 64,90
Nitrógeno.....	0,48 á 0,67
Acido fosfórico.....	0,17 á 0,35
Potasa.....	0,27 á 1,01

La composición media de estos estiércoles, según varios análisis practicados por Müntz y Girard, es, por tonelada, la que sigue:

Nitrógeno.....	5,75 kilogramos.
Acido fosfórico.....	2,60 —
Potasa.....	6,38 —

Aunque el estiércol de caballo se vende al estado fresco, los agricultores pueden amontonarlo durante algunos meses para

obtener estiércol fermentado, de empleo más fácil y de acción más inmediata. En este caso habrá que observar precauciones análogas á las señaladas para el estiércol normal; especialmente se deberá sustraerlo todo lo posible á la acción de las aguas pluviales. Á continuación se indica la composición centesimal de una muestra de estiércol fermentado de caballo, que había permanecido amontonado y expuesto al aire libre durante seis meses:

Agua.....	69,80
Nitrógeno.....	0,47
Acido fosfórico.....	0,37
Potasa.....	0,80

El estiércol de caballo fermenta fácilmente, produciendo mucho calor durante esta fermentación. Los hortelanos y jardineros aprovechan esta elevación de temperatura empleando el estiércol de caballo en la confección de camas calientes y para calentar artificialmente los invernaderos y las cajas de germinación. Este calentamiento, debido á la entrada del aire en el interior del montón, va acompañado de un desprendimiento notable de amoniaco, y, por consiguiente, de un empobrecimiento de nitrógeno que se evita apisonando fuertemente el estiércol y manteniéndolo en un estado de humedad conveniente.

El estiércol de caballo está muy expuesto á ser invadido por las vegetaciones criptogámicas conocidas con el nombre de *enmohecimiento ó blanco* del estiércol, las cuales se introducen profundamente en la masa para apoderarse del nitrógeno y difundirlo por la atmósfera al estado libre. Se evita en su mayor parte el desenvolvimiento de estos hongos cubriendo el estiércol, después de apisonado, con una capa de tierra, la cual, además, se opone al desprendimiento del amoniaco.

Algunas veces, en vez de la paja, se emplea el serrín y más especialmente la turba para cama de los caballos. En Alemania, Inglaterra, Dinamarca, Holanda y Suiza, la turba es extraída en grandes cantidades para reemplazar á la paja como cama del ganado. La Compañía de Omnibus de Londres no emplea, por decirlo así, otra sustancia.

Ya sabemos que la turba, en virtud de sus propiedades absorbentes, retiene enérgicamente el amoniaco; no debe, pues, de

extrañar que el estiércol de turba sea más rico en nitrógeno que el de paja. Por otra parte, como la cantidad de turba que hay que emplear por día y por animal es mucho menor que la de paja, el estiércol resulta más concentrado, y la cantidad de estiércol obtenida es inferior: en vez de 20 kilogramos por día no se obtiene más que 11 próximamente empleando la turba en vez de la paja; con el serrín se produce de 12 á 13 kilogramos. Las experiencias comparativas verificadas en las caballerizas de la Compañía de Omnibus de París, empleando para cama la paja, la turba y el serrín, han dado, con una alimentación uniforme, estiércoles que contenían en 100 partes:

	ESTIÉRCOL DE		
	Paja.	Turba.	Serrín.
Nitrógeno.....	0,519	0,68	0,49
Acido fosfórico...	0,170	0,23	0,15
Potasa.....	0,265	0,55	0,31

Según se ve, el estiércol producido con la turba es el más rico. Además, como es más corto y mucho más homogéneo que el de paja, puede aplicarse más fácilmente.

De las experiencias culturales llevadas á cabo por Müntz y Girard con Lavalard para comparar el valor fertilizante de los estiércoles producidos con la turba, con el serrín y con la paja, resulta que los estiércoles de turba y de serrín han mostrado, sea en cantidad igual, sea á igualdad de nitrógeno, una superioridad notable sobre los estiércoles de paja, y que no está por consiguiente justificada la preferencia otorgada á estos últimos.

## II.—Otros abonos mixtos naturales.

**Compuestos fertilizantes.**—Se da el nombre de *compuestos* á los abonos mixtos que resultan de la mezcla de materias orgánicas y minerales de todas clases.

La multiplicidad de recetas para formar compuestos, dicen Girardin y Dubreuil, prueba que no es difícil el inventar. Todo puede ser utilizado en las granjas bien administradas, porque todo puede servir para abonar las tierras y suplir la falta ó esca-

sez de los estiércoles. Así la turba, el tan, la madera podrida, el serrín, las hojas, las malas hierbas, los restos de paja, el polvo de los heniles y graneros, el orujo de manzana y el de la vid, los céspedes, etc.; todos los líquidos cargados de materias salinas ó de sustancias orgánicas, tales como las orinas, el jugo del estiércol, las aguas grasas, las aguas de jabón, las de feculería, las del enriado del lino y del cáñamo, las aguas y líquidos de los maderos, las aguas procedentes del lavado de las lanas, etc.; todas las tierras, las arenas y el polvo de los caminos, las cenizas de todas clases, el hollín, los escombros, etc.; todos los restos de animales, ganados muertos, huesos en pequeños fragmentos, residuos de lana, pelos, plumas, raspaduras de piel, restos de cuero; raspaduras de cuernos, residuos de las fábricas de cola y de triperías, sangre de los animales, masas intestinales, etc., todo esto puede servir para la preparación de compuestos, y el agricultor halla al alcance de su mano, en todas las circunstancias, en todas las localidades, inmensos recursos para aumentar la provisión de abonos de su explotación.

Para confeccionar un compuesto se forma un montón disponiendo estos diversos materiales en capas superpuestas, de tal modo que los defectos de las unas se corrijan por las cualidades de las otras, de manera que la masa resultante tenga las propiedades más convenientes para el terreno que se quiere abonar. Terminado el montón, se le cubre de tierra.

Se establece el compuesto en un paraje sombrío, situado en las inmediaciones, nunca en el interior de la granja. Se deja fermentar, regándolo de tiempo en tiempo con agua ó con el jugo que desprende. Se conoce que un compuesto ha fermentado lo suficiente cuando presenta el aspecto del mantillo.

Los compuestos destinados á las tierras arcillosas y compactas se preparan con sustancias sueltas y apenas se dejan fermentar. Por el contrario, en los compuestos que se aplican á los terrenos ligeros y á los calcáreos deben predominar las materias arcillosas y compactas, y la fermentación se deja continuar hasta que las materias orgánicas estén más completamente descompuestas.

Los compuestos muy terrosos por su naturaleza deben ser deshechos de tiempo en tiempo. Se elige, para esta operación, el momento en que el montón se cubre de hierbas; se incorporan

extrañar que el estiércol de turba sea más rico en nitrógeno que el de paja. Por otra parte, como la cantidad de turba que hay que emplear por día y por animal es mucho menor que la de paja, el estiércol resulta más concentrado, y la cantidad de estiércol obtenida es inferior: en vez de 20 kilogramos por día no se obtiene más que 11 próximamente empleando la turba en vez de la paja; con el serrín se produce de 12 á 13 kilogramos. Las experiencias comparativas verificadas en las caballerizas de la Compañía de Omnibus de París, empleando para cama la paja, la turba y el serrín, han dado, con una alimentación uniforme, estiércoles que contenían en 100 partes:

	ESTIÉRCOL DE		
	Paja.	Turba.	Serrín.
Nitrógeno.....	0,519	0,68	0,49
Acido fosfórico...	0,170	0,23	0,15
Potasa.....	0,265	0,55	0,31

Según se ve, el estiércol producido con la turba es el más rico. Además, como es más corto y mucho más homogéneo que el de paja, puede aplicarse más fácilmente.

De las experiencias culturales llevadas á cabo por Müntz y Girard con Lavalard para comparar el valor fertilizante de los estiércoles producidos con la turba, con el serrín y con la paja, resulta que los estiércoles de turba y de serrín han mostrado, sea en cantidad igual, sea á igualdad de nitrógeno, una superioridad notable sobre los estiércoles de paja, y que no está por consiguiente justificada la preferencia otorgada á estos últimos.

## II.—Otros abonos mixtos naturales.

**Compuestos fertilizantes.**—Se da el nombre de *compuestos* á los abonos mixtos que resultan de la mezcla de materias orgánicas y minerales de todas clases.

La multiplicidad de recetas para formar compuestos, dicen Girardin y Dubreuil, prueba que no es difícil el inventar. Todo puede ser utilizado en las granjas bien administradas, porque todo puede servir para abonar las tierras y suplir la falta ó esca-

sez de los estiércoles. Así la turba, el tan, la madera podrida, el serrín, las hojas, las malas hierbas, los restos de paja, el polvo de los heniles y graneros, el orujo de manzana y el de la vid, los céspedes, etc.; todos los líquidos cargados de materias salinas ó de sustancias orgánicas, tales como las orinas, el jugo del estiércol, las aguas grasas, las aguas de jabón, las de feculería, las del enriado del lino y del cáñamo, las aguas y líquidos de los maderos, las aguas procedentes del lavado de las lanas, etc.; todas las tierras, las arenas y el polvo de los caminos, las cenizas de todas clases, el hollín, los escombros, etc.; todos los restos de animales, ganados muertos, huesos en pequeños fragmentos, residuos de lana, pelos, plumas, raspaduras de piel, restos de cuero; raspaduras de cuernos, residuos de las fábricas de cola y de triperías, sangre de los animales, masas intestinales, etc., todo esto puede servir para la preparación de compuestos, y el agricultor halla al alcance de su mano, en todas las circunstancias, en todas las localidades, inmensos recursos para aumentar la provisión de abonos de su explotación.

Para confeccionar un compuesto se forma un montón disponiendo estos diversos materiales en capas superpuestas, de tal modo que los defectos de las unas se corrijan por las cualidades de las otras, de manera que la masa resultante tenga las propiedades más convenientes para el terreno que se quiere abonar. Terminado el montón, se le cubre de tierra.

Se establece el compuesto en un paraje sombrío, situado en las inmediaciones, nunca en el interior de la granja. Se deja fermentar, regándolo de tiempo en tiempo con agua ó con el jugo que desprende. Se conoce que un compuesto ha fermentado lo suficiente cuando presenta el aspecto del mantillo.

Los compuestos destinados á las tierras arcillosas y compactas se preparan con sustancias sueltas y apenas se dejan fermentar. Por el contrario, en los compuestos que se aplican á los terrenos ligeros y á los calcáreos deben predominar las materias arcillosas y compactas, y la fermentación se deja continuar hasta que las materias orgánicas estén más completamente descompuestas.

Los compuestos muy terrosos por su naturaleza deben ser deshechos de tiempo en tiempo. Se elige, para esta operación, el momento en que el montón se cubre de hierbas; se incorporan

éstas á la masa, y no hay así peligro de introducir en el suelo semillas perjudiciales al cultivo.

Es muy conveniente emplear la cal para favorecer la desagregación de las materias leñosas y resistentes que entran con frecuencia en estos abonos y que, sin la cal, se resistirían á la putrefacción. Sin embargo, no se debe nunca añadir la cal á los compostos que contienen una cantidad algo notable de materias fecales, porque en este caso, esta base alcalina, desalojando el amoniaco de estas sustancias, ocasionará una pérdida considerable de esta materia eminentemente fertilizante y reducirá mucho el valor del compuesto.

Los compostos convienen de preferencia á los tréboles, á la alfalfa y á los árboles frutales; constituyen el mejor abono que se puede aplicar á las praderas, para las cuales se deben reservar, guardando los estiércoles para las tierras de labor.

Se conducen á los prados en Enero y Febrero, eligiendo un tiempo favorable, y se les dispone en pequeños montones que se reparten en Marzo.

Únicamente al comienzo de una explotación ó cuando escasea el ganado hay necesidad absoluta de recurrir á los compostos, y entonces se puede sacar de estos abonos un excelente partido; en las demás circunstancias sólo sirven, ordinariamente, para aprovechar una porción de materias que, de otra manera, se perderían ó permanecerían sin valor.

**Barreduras de las poblaciones.**—Con este nombre se designan los despojos de todas clases procedentes de las viviendas, cocinas, mercados, almacenes, talleres, etc., que se acumulan en las calles de las poblaciones. La mezcla de estas materias, sometida á la fermentación, origina un *abono mixto* de excelentes condiciones fertilizantes.

La composición media de la mezcla varía con las poblaciones, las calles, la riqueza y profesión de los habitantes, y especialmente con la estación. En invierno contiene mayor cantidad de cenizas, en verano más residuos de legumbres. Se admite, sin embargo, que el poder fertilizante de este abono es por lo general cuatro veces mayor que el del estiércol.

Antes de ser empleadas estas sustancias deben fermentar y desprender por completo el ácido sulfhídrico que contienen, cuya acción sobre las plantas es perniciososa. Para ello se dejan durante

tres meses ó más en grandes montones que se riegan de cuando en cuando con agua estercoriácea. Ordinariamente se facilita y acelera la descomposición deshaciendo y volviendo, á hacer el montón una vez al cabo de seis á ocho semanas. Se adelanta el momento de su empleo introduciendo en cada montón el 5 por 100 de su peso de cal viva y removiendo muchas veces la mezcla para que todas las partes sufran los efectos del álcali.

También se puede preparar este abono disponiendo las materias en capas alternadas con otras de estiércol y regando de tiempo en tiempo la masa con orinas ó aguas cargadas de materias fecales. Si los riegos son frecuentes, á los ocho días la fermentación invade toda la masa y al mes el abono está hecho por completo.

El abono obtenido con las barreduras de poblaciones conviene de preferencia á las tierras arcillosas. Da buenos resultados en el cultivo de los cereales, y es muy á propósito por el azufre que contiene para todas las crucíferas. Por la gran energía con que fermenta, constituye un abono caliente muy ventajoso para adelantar la vegetación de las legumbres tempranas y para todas las cosechas que permanecen poco tiempo en el suelo. Es muy buscado por los jardineros inteligentes y es un excelente recurso para abonar las huertas y campiñas inmediatas á las grandes poblaciones.

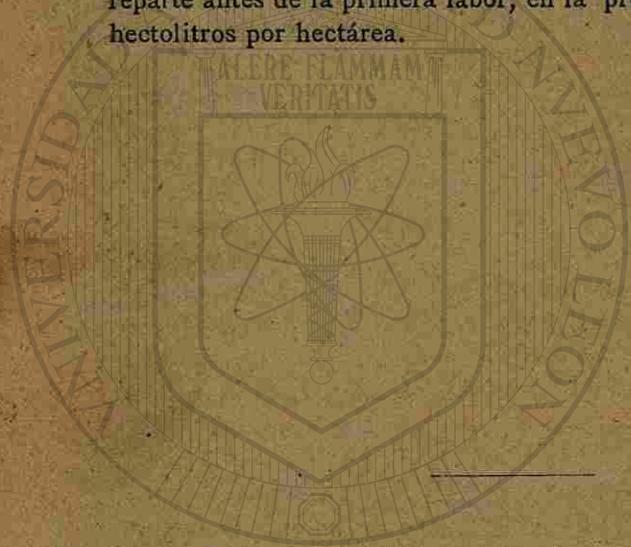
Deben emplearse de 10 á 12.000 kilogramos por hectárea. La acción de este enérgico abono dura de cuatro á seis años.

**Légamos ó cienos.**—Los légamos ó cienos depositados por sedimentación en el fondo de los estanques, pantanos y charcas, y en las orillas de los ríos de poca corriente y de las acequias, constituyen un *abono mixto* de relativa importancia, pues contienen sustancias minerales mezcladas con restos de vegetales y de animales, que conviene utilizar en provecho de la agricultura.

No se deben emplear estas sustancias hasta después que hayan fermentado, porque al estado fresco contienen humus ácido que perjudica á la vegetación. Para que fermenten se conservan durante cierto tiempo en montones expuestos al aire. La adición de cierta cantidad de cal en capas alternas con las del légamo acelera la descomposición de las materias nocivas y de las muy resistentes y aumenta la energía de acción de todos estos residuos. Los montones formados por capas alternas de légamo y de cal

se deshacen, al mes próximamente de haberlos hecho, por medio de la azada, y cuando la mezcla está bastante seca se criba y se emplea. Si no se puede aplicar inmediatamente, se vuelve á formar un montón que se recubre de tierra.

Este abono conviene especialmente á las tierras fuertes, á las cuales da soltura al mismo tiempo que las enriquece de materia orgánica. Se puede aplicar á todos los cultivos; pero es sobre todo beneficioso para los prados bajos, húmedos y turbosos. Se reparte antes de la primera labor, en la proporción de 50 á 100 hectolitros por hectárea.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL



BIBLIOTECA

## CAPÍTULO V

### ABONOS MIXTOS ARTIFICIALES — LOS ABONOS Y LAS TEORÍAS — CAMPOS DE EXPERIENCIAS

#### I. — *Abonos mixtos artificiales.*

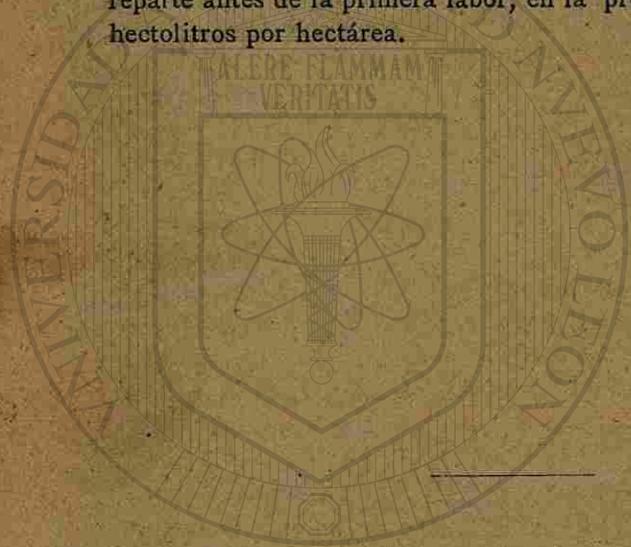
**Abonos artificiales.**—Se denominan abonos *artificiales, industriales y químicos* los obtenidos por procedimientos industriales más ó menos químicos; también se les da el nombre de *concentrados* porque en pequeño volumen contienen gran cantidad de elementos fertilizantes, y el de *comerciales* porque son casi los únicos abonos que circulan por el comercio.

Los abonos artificiales pueden dividirse en dos categorías: 1.<sup>a</sup> *Abonos artificiales primeras materias*; 2.<sup>a</sup> *Abonos mixtos artificiales*. Al primer grupo pertenecen las sustancias fertilizantes obtenidas artificialmente que pueden emplearse aisladamente como abonos y que sirven también de base ó de primera materia en la preparación de otros abonos más complejos. En la segunda sección se incluyen las sustancias fertilizantes complejas que resultan de la mezcla, por medio de procedimientos industriales, de los abonos artificiales primeras materias; es decir, los abonos complejos preparados industrialmente.

**Abonos artificiales primeras materias.**—Los abonos artificiales primeras materias, ó lo que es igual, las primeras materias que se emplean en la preparación de los abonos mixtos artificiales, son ya conocidos de nosotros, pues los hemos estudiado anteriormente. Casi todas las sustancias comprendidas con la denominación de abonos minerales y muchas de las incluidas entre

se deshacen, al mes próximamente de haberlos hecho, por medio de la azada, y cuando la mezcla está bastante seca se criba y se emplea. Si no se puede aplicar inmediatamente, se vuelve á formar un montón que se recubre de tierra.

Este abono conviene especialmente á las tierras fuertes, á las cuales da soltura al mismo tiempo que las enriquece de materia orgánica. Se puede aplicar á todos los cultivos; pero es sobre todo beneficioso para los prados bajos, húmedos y turbosos. Se reparte antes de la primera labor, en la proporción de 50 á 100 hectolitros por hectárea.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL



## CAPÍTULO V

BIBLIOTECA

### ABONOS MIXTOS ARTIFICIALES — LOS ABONOS Y LAS TEORÍAS — CAMPOS DE EXPERIENCIAS

#### I. — *Abonos mixtos artificiales.*

**Abonos artificiales.**—Se denominan abonos *artificiales, industriales y químicos* los obtenidos por procedimientos industriales más ó menos químicos; también se les da el nombre de *concentrados* porque en pequeño volumen contienen gran cantidad de elementos fertilizantes, y el de *comerciales* porque son casi los únicos abonos que circulan por el comercio.

Los abonos artificiales pueden dividirse en dos categorías: 1.<sup>a</sup> *Abonos artificiales primeras materias*; 2.<sup>a</sup> *Abonos mixtos artificiales*. Al primer grupo pertenecen las sustancias fertilizantes obtenidas artificialmente que pueden emplearse aisladamente como abonos y que sirven también de base ó de primera materia en la preparación de otros abonos más complejos. En la segunda sección se incluyen las sustancias fertilizantes complejas que resultan de la mezcla, por medio de procedimientos industriales, de los abonos artificiales primeras materias; es decir, los abonos complejos preparados industrialmente.

**Abonos artificiales primeras materias.**—Los abonos artificiales primeras materias, ó lo que es igual, las primeras materias que se emplean en la preparación de los abonos mixtos artificiales, son ya conocidos de nosotros, pues los hemos estudiado anteriormente. Casi todas las sustancias comprendidas con la denominación de abonos minerales y muchas de las incluidas entre

los orgánicos, además de emplearse aisladamente como abonos, se utilizan en la confección de las mezclas fertilizantes llamadas abonos mixtos artificiales.

Los abonos artificiales empleados en la preparación de otros más complejos se pueden agrupar de la manera siguiente:

1.º Utilizables por el *nitrógeno* que contienen: el nitrato de sosa, el sulfato de amoníaco, la harina de carne, la sangre desecada, los residuos de lanas, las raspaduras de cuernos, los pelos de las tenerías, el hollín, etc.

2.º Por el *ácido fosfórico*: los fosfatos de cal naturales, los superfosfatos, los fosfatos precipitados, las escorias de desfosforación, las cenizas de huesos y los huesos desgelatinados.

3.º Por la *potasa*: el cloruro de potasio, el sulfato de potasa, el carbonato potásico, las sales brutas de Stassfurt, las potasas brutas, las sales de los marismas y lagunas saladas, etc.

4.º Por el *nitrógeno* y el *ácido fosfórico*: los guanos, los guanos de pescados, el polvo de huesos, el negro de refineries, los superfosfatos de huesos y los superfosfatos de guanos, los uratos y ciertas especies de *poudrettes*.

5.º Por el *nitrógeno* y la *potasa*: el nitrato de potasa.

6.º Por la *potasa* y el *ácido fosfórico*: las cenizas de vegetales.

7.º La *cal viva* y el *yeso cocido*.

Para nada tenemos que ocuparnos aquí de los abonos artificiales primeras materias, porque, como hemos dicho, ya los hemos estudiado anteriormente al tratar de los abonos minerales y de los abonos orgánicos. Pero además de estos abonos artificiales de composición constante que ya conocemos, circulan por el comercio un número considerable de abonos artificiales de composición más ó menos compleja y muy variable, que se obtienen, según se ha dicho, por procedimientos industriales, mezclando los abonos artificiales primeras materias. De estos abonos complejos debemos ocuparnos ahora.

**Abonos mixtos artificiales. Origen y fundamento de su fabricación.**—Los satisfactorios resultados obtenidos con el guano, los progresos de la agricultura, el aumento del precio de los arrendamientos, la necesidad de practicar el cultivo intensivo para obtener el máximo de producto y realizar los mayores beneficios posibles y la insuficiencia que en general

ofrece el estiércol para mantener la fertilidad del suelo, han determinado, dice Girardin, la creación de industrias químicas dedicadas á fabricar abonos más ó menos semejantes á los guanos naturales, aprovechando las materias animales que se dejaban perder y las sustancias salinas que las fábricas de productos químicos ofrecen á precios relativamente bajos.

Pero lo que principalmente originó la idea de la fabricación de los abonos mixtos industriales y del empleo de toda clase de abonos artificiales fué la comprobación de la teoría mineral formulada por Liebig en 1840. Estableció esta teoría, según veremos más adelante: 1.º, que los alimentos de las plantas son exclusivamente de origen mineral; 2.º, que es de absoluta necesidad devolver al suelo, en forma de abonos apropiados, los elementos minerales extraídos por las cosechas; 3.º, que el estiércol es, por lo general, insuficiente para conservar la fertilidad de las tierras, porque no repara las pérdidas que en principios fertilizantes experimenta el suelo por los cultivos sucesivos. Hasta que esta notable teoría fué consagrada por la ciencia, el estiércol era considerado como el abono por excelencia y nadie pensó en el empleo de los abonos artificiales; pero desde el momento en que la nueva doctrina fué comprobada, la preparación industrial de abonos que contuvieran en mayor proporción que el estiércol los principios fertilizantes que más escasean en el suelo se ha ido desarrollando de una manera creciente, en armonía con los progresos científicos, hasta adquirir en la actualidad una importancia verdaderamente extraordinaria.

En un principio, la preparación de los abonos artificiales complejos se reducía á recoger los restos no utilizables de los animales, hacerlos fermentar ó desecarlos simplemente y mezclarlos entre sí en proporciones variables de una manera empírica. Posteriormente se mejoraron notablemente estas mezclas, aumentando su poder fertilizante con la adición de ciertos productos químicos, tales como las sales amoniacales, nitratos de potasa y de sosa, fosfato de cal en diferentes estados y sales de potasa y de magnesia, destinados á completar el conjunto de materiales indispensables á la vida de la planta y á aproximar todo lo posible la composición de estas mezclas á la del estiércol de buena calidad. En la actualidad, aunque el punto de partida es el mismo, puesto que son las mismas las sustancias empleadas, la fabricación de los

abonos industriales complejos se verifica con arreglo á los principios científicos, teniendo en cuenta en cada caso las necesidades del suelo y las exigencias de la planta, de tal modo que, según preveía Liebig, se fabrican abonos para cada planta y para cada tierra en que se ha de cultivar.

**Preparación de los abonos mixtos artificiales.**—Ya hemos indicado las materias primeras que se emplean en la fabricación de los abonos industriales complejos. Todas las sustancias comprendidas con la denominación de abonos artificiales primeras materias se utilizan en la preparación industrial de estas mezclas fertilizantes. La industria de los abonos complejos artificiales emplea como primeras materias todas las que contienen los principales elementos nutritivos de las plantas, las transforma para facilitar su asimilación, las mezcla en proporciones variables y las expide al comercio en el estado más concentrado posible, para reducir los gastos de transporte, con una composición ó título garantizado; en esto consiste esencialmente la fabricación de los abonos mixtos artificiales.

Los abonos industriales complejos reciben diversas denominaciones, que se refieren unas veces á sus autores ó fabricantes, otras á los principios que predominan en su composición y otras, por fin, al cultivo para que se consideran más adecuados. Ejemplos de lo que decimos nos ofrecen el abono *Favel* ó *urato de la Compañía de Londres*, el carbón ó negro animalizado, los *guanos artificiales* y las *mezclas para cultivos especiales* (abonos para trigo, remolacha, vid, etc.).

Aunque la mayor parte de los autores ó fabricantes ocultan la composición de los abonos, limitándose á ponderar sus buenos efectos, podemos dar á conocer, como ejemplos, la preparación del *guano artificial de Potter* y los abonos fabricados por dos de las casas extranjeras más importantes entre las dedicadas á tal industria: la de *Schlœsing Frères*, de Marsella, y la de *Coignet y Compañía*, de Lyon y de París.

Entre los llamados *guanos artificiales* goza de bastante aceptación en el comercio francés el de *Potter*. En cada 100 partes de este abono entran:

- 40 de huesos quemados.
- 20 de yeso pulverizado.
- 20 de sal común.
- 15 de sulfato de sosa, y
- 5 de sulfato de amoniaco disuelto en orinas.

Los abonos fabricados por la casa *Schlœsing Frères* tienen por base los panes ó tortas que resultan de la obtención del sulfato de amoniaco con las materias orgánicas de la ciudad de Marsella. Estos panes, ricos en materia orgánica, después de secos, pulverizados y tamizados, se enriquecen con potasa, ácido fosfórico y nitrógeno en proporciones variables para obtener abonos especiales, llamados *tipos*, adecuados á los diferentes cultivos.

La base de los abonos que fabrica la casa de *Coignet y Compañía*, en Lyon y en París, son los despojos de sustancias animales, tales como cuernos, pezuñas, restos de cuero, pelo, lana, huesos, etc. Estas sustancias son sometidas, según dijimos al tratar del aprovechamiento de estas materias, á una tostación que se detiene en el momento en que podrían descomponerse. Con esta materia animal tostada y el auxilio de los demás elementos fertilizantes principales, fabrican abonos que contienen los elementos nutritivos en las proporciones más convenientes para los diversos cultivos. Así obtienen abonos especiales para la remolacha, legumbres, trigo, vid, etc., que designan con las letras A, B, C, D y E.

Estas dos casas tienen cuidado de indicar en sus catálogos los cultivos en que deben emplearse los abonos y las cantidades que se deben aplicar por hectárea; tanto el tipo del abono como la cantidad varía con la naturaleza del terreno.

Otros muchos ejemplos de preparación de abonos complejos comerciales pudiéramos citar. Para concretar, puede decirse que la mayoría de estos abonos son el resultado de mezclar el superfosfato, el cloruro de potasio y el nitrato de sosa ó el sulfato de amoniaco, á los cuales se asocia con frecuencia los abonos orgánicos, tales como la sangre desecada, ó materias de escaso valor, tales como el yeso.

**Inconvenientes que ofrece el empleo de los abonos mixtos artificiales.**—El favor de que gozan entre los agricultores poco instruidos los abonos complejos artificiales que el comercio ofrece, y la insistencia con que los fabricantes tratan

de extender su consumo, nos obligan á señalar los más graves inconvenientes que presenta el empleo de estas mezclas fertilizantes.

Con frecuencia estos abonos complejos están constituidos por la mezcla de sustancias que al ponerse en contacto dan lugar á reacciones químicas que determinan pérdidas considerables de elementos fertilizantes. Ordinariamente entran en la misma mezcla el nitrato de sosa y el superfosfato; en este caso, el ácido sulfúrico y el ácido fosfórico del superfosfato, obrando sobre el nitrato, ponen en libertad el ácido nítrico, disminuyendo considerablemente, como se ha dicho en otro lugar, la riqueza del abono en nitrógeno: un abono de fabricación industrial formado por una mezcla de superfosfato y nitrato de sosa ha perdido en tres semanas el 64 por 100 de su nitrógeno.

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; el fabricante hace pagar de modo excesivo la operación de mezclar las primeras materias, que es á lo que en esencia se reduce la preparación de estos abonos y que el agricultor podría verificar por sí mismo casi sin gastos. Aun las casas de reconocida corrección comercial recargan, por la simple operación de mezclar las primeras materias, en 3 á 4 pesetas los 100 kilogramos de abono preparado. Otras casas menos escrupulosas venden con nombres pomposos mezclas pobrísimas de materias fertilizantes á precios que acusan un aumento de 50 y hasta de 75 por 100 sobre el valor real de las materias que mezclan. Si se asignase á estos abonos un precio proporcional á la cantidad real de principios fertilizantes que contienen, los fabricantes de abonos no tendrían ninguna ventaja en ofrecer estas mezclas á los agricultores, y se vería desaparecer una industria que, como dicen Müntz y Girard, causa graves perjuicios á los intereses agrícolas.

Por su naturaleza compleja, los abonos mixtos artificiales carecen de los caracteres propios y definidos que ofrecen ordinariamente los abonos simples, y pueden por eso ser más fácilmente falsificados, introduciendo en la mezcla materias inertes ó de menor valor agrícola.

Desde el punto de vista cultural, los abonos complejos comerciales presentan también graves inconvenientes. La mayor parte

de los fabricantes verifican las mezclas de materias fertilizantes con arreglo á fórmulas completamente arbitrarias, sin preocuparse de la naturaleza de la cosecha ni de la composición del terreno, abusando de la ignorancia de los agricultores; aun aquellos industriales que por su instrucción y celosos de los intereses de sus clientes establecen las fórmulas sobre bases científicas, sólo tienen en cuenta las necesidades de las cosechas á que los abonos se destinan. Esto no basta: hay que considerar además, y sobre todo, la riqueza del suelo, que es sumamente variable, y que las fórmulas de abonos no pueden prever. Como el fabricante no puede tener en cuenta esta circunstancia, pues tendría para ello que multiplicar las fórmulas hasta lo infinito, ocurre con mucha frecuencia que el agricultor compra abonos que contienen sustancias fertilizantes de que está suficientemente provista la tierra que trata de abonar, gastando inútilmente el dinero que ha pagado por estos elementos innecesarios. Si el agricultor compra, por ejemplo, un abono que el fabricante ha preparado para la remolacha con el 8 por 100 de potasa, y lo aplica á un terreno en que abunda este elemento, habrá perdido realmente el dinero que ha tenido que satisfacer por la potasa contenida en el abono.

Por último, los abonos complejos del comercio contienen elementos fertilizantes que no se deben aplicar al suelo al mismo tiempo: los fosfatos, según sabemos, conviene repartirlos antes del invierno para las cosechas del año siguiente; mientras que los nitratos, que son arrastrados fácilmente por las aguas pluviales, no deben aplicarse hasta la primavera. Empleando los abonos complejos en el otoño se corre el riesgo de que desaparezca el nitrógeno antes de que produzca su efecto; esparciéndolos en primavera se expone á que los fosfatos queden sin acción. Empleando aisladamente las materias fertilizantes se puede aplicar cada una de ellas á su debido tiempo, y se tendrá así mayor probabilidad de que produzcan el máximo de efecto.

En vista de los inconvenientes que presenta el empleo de los abonos artificiales complejos ó completos que circulan por el comercio, y que están constituidos por la mezcla de diversos abonos simples, aconsejamos á los agricultores que se abstengan todo lo posible de adquirirlos.

**Mezclas de abonos minerales preparadas por el**

**agricultor.**—El agricultor instruido no tiene necesidad, en la mayor parte de los casos, de recurrir al empleo de los abonos mixtos que el comercio expende; puede sacar mejor partido mezclando él mismo los superfosfatos, las sales de potasa y el nitrato de sosa ó las sales amoniacales, siempre que tenga los conocimientos suficientes para saber elegir y combinar estas sustancias según las necesidades del cultivo. El procedimiento de preparar el mismo agricultor estas mezclas fertilizantes es más económico que el que resulta de comprar los abonos mixtos industriales, porque dispensa en primer lugar al agricultor de satisfacer el recargo excesivo con que el fabricante los grava, y evita además, en muchos casos, el pagar á un precio elevado uno ó más elementos de los que entran en la composición del abono industrial que para nada hacen falta, por no exigirlos la planta que se cultiva ó porque el suelo los contiene en la proporción conveniente. Comprando únicamente los abonos minerales que contengan los elementos fertilizantes necesarios en cada caso y mezclándolos de una manera inteligente, se obtiene, con menos coste, un abono que proporciona los mismos rendimientos. En la agricultura belga, que es una de las más adelantadas, se ha sustituido la compra de los abonos mixtos industriales por la de los abonos minerales que el agricultor combina según las necesidades del cultivo, teniendo en cuenta al mismo tiempo la naturaleza de la cosecha y la composición del terreno; esta sustitución constituye un positivo progreso agrícola y es la verdadera medida de la difusión de la ciencia agrícola por las campiñas.

El empleo de las mezclas de abonos minerales permite obtener los siguientes resultados:

1.º Las tierras esquiladas por un tratamiento abusivo reconquistan, á veces con exceso, su aptitud productiva. En las tierras recién roturadas el empleo de cantidades relativamente pequeñas de estos abonos permite con frecuencia obtener productos más elevados que con el uso exclusivo de los estiércoles.

2.º La importancia de estas mezclas fertilizantes consiste esencialmente en la posibilidad de obtener con rapidez y facilidad la más elevada producción, que es el fin que persigue la agricultura moderna. Permiten emplear los elementos asimilables en las proporciones más convenientes, é imprimir á los elementos nutritivos ya existentes en el suelo la actividad que les falta.

3.º Ofrecen el medio de pasar rápidamente de un sistema de cultivo á otro distinto, evitando las reducciones que en los rendimientos se suele experimentar en estos períodos críticos. El agricultor disfruta con estos abonos de una libertad casi ilimitada, lo que es de gran importancia cuando se trata de aprovechar inmediatamente las circunstancias favorables del momento en que convenga conseguir rápidamente en ciertos cultivos los más elevados rendimientos.

4.º Aplicados á los cultivos que dan productos de gran valor, como ciertas plantas industriales, es donde especialmente pueden, elevando considerablemente los rendimientos, proporcionar beneficios importantes. También pueden prestar grandes servicios en los demás cultivos empleando el procedimiento intensivo.

5.º Estos abonos son inmediatamente asimilables, y por su rapidez de acción permiten luchar, hasta cierto punto, con las inclemencias del clima. En las localidades frías es donde particularmente importa disponer de medios susceptibles de activar la vegetación.

6.º Con estas mezclas fertilizantes se abona á voluntad, y se da á cada planta el elemento que necesita y que el suelo no contiene en la debida proporción. Desde el punto de vista de la utilización de los principios fertilizantes, el empleo de estas mezclas es, pues, más racional que el del estiércol

7.º Por último, los abonos minerales que entran en las mezclas se pueden adquirir en el comercio cuando al agricultor convenga, y como en poco volumen contienen dosis elevadas de principios fertilizantes, se conservan fácilmente y en pequeño espacio y se transportan sin dificultad; el estiércol, por el contrario, hay que prepararlo de antemano, su conservación es costosa y su transporte difícil á causa de su gran volumen con relación á su valor fertilizante y de las enormes cantidades que ordinariamente hay que emplear.

Estas consideraciones justifican el empleo de las mezclas de abonos minerales; y puesto que, por las razones expuestas en otro lugar, no conviene adquirir las mezclas preparadas industrialmente, vamos á indicar al agricultor la manera de prepararlas por sí mismo.

Los abonos minerales, por razones que expondremos más adelante, se deben emplear como abonos complementarios del estiér-

col; es decir, que este último debe formar la base del abono, y simultánea ó alternativamente con el estiércol se aplicará el suplemento de abonos minerales que sea necesario para obtener una producción vegetal abundante. Sin embargo, en muchos casos las mezclas de abonos minerales se pueden emplear exclusivamente, es decir, sustituyendo por completo al estiércol. Cuando se reemplaza el estiércol por los abonos minerales el suelo se empobrece en humus; para que este importante factor de la fertilidad de las tierras no desaparezca del suelo es necesario, á falta de estiércol, incorporar al terreno materias vegetales, sea por medio de los abonos verdes, sea multiplicando el cultivo de las praderas artificiales.

Bien se empleen exclusivamente las mezclas de abonos minerales, bien se apliquen como auxiliares del estiércol, lo que principalmente debe preocupar al agricultor es la elección de las sustancias que han de entrar en la mezcla y la proporción en que se deben mezclar; en una palabra, la determinación de la fórmula de abono. El establecimiento de una fórmula de abono es más complejo de lo que generalmente se cree, pues no solamente hay que tener en cuenta, como muchos opinan, las exigencias de la planta, sino también, y sobre todo, la riqueza del suelo en elementos fertilizantes, porque el papel principal del abono es corregir la insuficiencia del suelo en principios nutritivos. Siendo la composición del suelo sumamente variable, no es posible establecer fórmulas apropiadas á todas las condiciones y que aseguren siempre efectos beneficiosos; el agricultor debe verificar con los abonos minerales, antes de emplearlos definitivamente, ensayos parciales y cuidadosos, sea simultánea sea alternativamente con el estiércol, para estudiar sus efectos y aplicar los que den resultados más ventajosos, combinándolos según las necesidades del cultivo. Al tratar de los campos de experiencias veremos cómo se verifican los ensayos necesarios para determinar las fórmulas relativas á la naturaleza y proporción de las sustancias que deben entrar en cada caso á constituir las mezclas de abonos minerales.

Esto no obstante, creemos útil exponer á continuación las fórmulas aplicables á los principales cultivos. Están basadas en las exigencias de las plantas y se ha tenido en cuenta para establecerlas las fórmulas propuestas por Ville, Fagot y Fiévet, el doctor

Wagner, la Cámara Agrícola oficial de Valencia, el Sr. Rodríguez Ayuso y otros autorizados agrónomos; darán, por consiguiente, buen resultado en la mayoría de los casos; pero como se ha supuesto que el terreno que se trata de abonar es de composición media y de regular fertilidad, sólo se les debe conceder un valor relativo, pues la riqueza del suelo en elementos nutritivos es muy variable y convendrá, por lo mismo, modificar las dosis señaladas en las fórmulas en armonía con la composición química del terreno en que se opere. El autor, al publicarlas, se ha propuesto principalmente que sirvan de guía al agricultor en las experiencias que debe practicar para fijar definitivamente las proporciones de materias fertilizantes más convenientes en cada caso particular.

En los suelos arcillosos se disminuirá la potasa en la mitad ó en la tercera parte, aumentando el abono fosfatado en la misma proporción; en las tierras muy ricas en caliza se aumentará la potasa en la mitad ó en la tercera parte y se suprimirá el yeso. El yeso puede desaparecer de muchas fórmulas sin grave inconveniente, pues su principal función en la mayoría de los casos es aumentar el volumen del abono para facilitar su distribución. Para conseguir este objeto no hay tampoco inconveniente en reemplazar el yeso en estas fórmulas por los orujos de semillas oleaginosas pulverizados, por la turba y hasta por la arena. La turba, por su estructura esponjosa, es la sustancia más recomendable para esta sustitución.

Se parte del supuesto de que las primeras materias que deben entrar en la confección de los abonos han de tener, mientras otra cosa no se advierta, la siguiente riqueza en principios fertilizantes:

Sulfato de amoníaco, de 20 á 21 por 100 de nitrógeno.

Nitrato de sosa, de 15 por 100 de nitrógeno.

Superfosfato de cal, de 18 por 100 de ácido fosfórico soluble.

Cloruro de potasio, de 80 á 85° de pureza, equivalente en potasa de 50 á 54 por 100.

Sulfato de potasa, de 90 á 95° de pureza, con 48 á 51 por 100 de potasa.

Las dosis de materias fertilizantes indicadas en las fórmulas son las que deben emplearse por hectárea de terreno. Para poder deducir las cantidades correspondientes á otras medidas superficiales, se incluye al final de la obra un cuadro de equivalencias

de las medidas antiguas más usadas en las provincias de España, referidas á la hectárea.

Cuando los abonos minerales se asocien al estiércol se empleará, mientras no se diga otra cosa, la mitad ó la tercera parte, según la intensidad de la estercoladura, de las cantidades de materias minerales consignadas en las fórmulas respectivas.

## FÓRMULAS DE ABONOS MINERALES

### I.º—CULTIVOS AISLADOS.

#### Número 1.—Trigo.

	KILOGRAMOS	
	En secano.	En regadío.
En otoño, antes de la siembra:		
Sulfato de amoniaco.....	70	125
Superfosfato de cal.....	225	390
Cloruro de potasio.....	20	30
En el mes de Marzo:		
Nitrato de sosa.....	170	290

Las cantidades indicadas son suficientes para unos 20 hectolitros en secano y 40 próximamente en regadío, en tierras de regular calidad y bien trabajadas. Si esta fórmula produjese exceso de paja se disminuirá en lo sucesivo en una tercera ó cuarta parte el sulfato de amoniaco y el nitrato de sosa, y se aumentará en la misma proporción las otras sustancias. Si la vegetación fuese poco vigorosa, se hará lo contrario.

#### Núm. 2.—Cebada, centeno y avena.

	KILOGRAMOS	
	En secano.	En regadío.
En otoño, antes de sembrar:		
Sulfato de amoniaco.....	50	70
Superfosfato de cal.....	140	225
Cloruro de potasio.....	12	20

	KILOGRAMOS	
	En secano.	En regadío.

En el mes de Marzo:

Nitrato de sosa.....	100	170
----------------------	-----	-----

#### Núm. 3.—Avena para forraje.

Nitrato de sosa.....	285 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	75 >
Cloruro de potasio.....	60 >
Sulfato de cal (yeso).....	180 >

La mitad al sembrar y el resto cincuenta ó sesenta días después.

#### Núm. 4.—Maíz.

Al sembrar:

Nitrato de sosa.....	80 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	300 >
Sulfato de potasa.....	80 >

Al dar la primera escarda:

Nitrato de sosa.....	160
----------------------	-----

#### Núm. 5.—Maíz para forraje.

Nitrato de sosa.....	280 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	110 >
Cloruro de potasio.....	70 >
Yeso.....	140 >

La mitad al sembrar y el resto treinta ó cuarenta días después.

#### Núm. 6.—Arroz.

Al plantar:

Sulfato de amoniaco.....	250 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	500 >
Sulfato de potasa.....	40 >

Al quitar el agua (aixugó):

Sulfato de amoniaco.....	250 >
ó nitrato de sosa.....	300 >

Si se emplea el nitrato de sosa en vez del sulfato de amoniaco, se echará inmediatamente de quitar el agua al arroz.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Apto. 1625 MONTERREY, MEXICO

Núm. 7.—**Planteles de arroz.**

Sulfato de amoniaco.....	900 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	270 >
Cloruro de potasio.....	270 >
Yeso.....	360 >

La tercera parte al sembrar, otra tercera parte quince ó veinte días después y el resto otros quince ó veinte días más adelante.

En los planteles de poca corriente de agua tal vez sería conveniente reemplazar los 900 kilogramos de sulfato de amoniaco por 990 kilogramos de nitrato de sosa, repartidos también en tres veces.

Núm. 8.—**Habas, habichuelas y judías para obtener semillas.**

Nitrato de sosa.....	50 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	250 >
Sulfato de potasa.....	100 >
Yeso.....	600 >

Todo al sembrar, ó dos terceras partes al sembrar y el resto cincuenta ó sesenta días después.

Núm. 9.—**Guisantes, garbanzos, lentejas, yeros, guijas y demás leguminosas para obtener semillas.**

Nitrato de sosa.....	30 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	150 >
Sulfato de potasa.....	60 >
Yeso.....	360 >

Todo al sembrar, ó dos terceras partes al sembrar y el resto cincuenta ó sesenta días después.

Núm. 10.—**Habas, yeros y demás leguminosas para forraje.**

Nitrato de sosa.....	40 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	90 >
Cloruro de potasio.....	100 >
Yeso.....	520 >

Todo al sembrar, ó dos terceras partes al sembrar y el resto treinta ó cuarenta días después.

En las tres fórmulas anteriores, ó sea en las que se refieren á las leguminosas, se puede, en las tierras fértiles, suprimir el nitrato de sosa, aumentando el yeso en igual cantidad; en las tierras pobres ó esquilmas convendrá duplicar la cantidad de nitrato de sosa, disminuyendo el yeso en la misma proporción.

Núm. 11.—**Alfalfa, trébol y esparceta.**

Fagot y Fiévet recomiendan la siguiente fórmula general para las praderas artificiales de leguminosas:

En primavera:

Superfosfato de cal..... 300 á 400 kilogramos.

En primavera ó en otoño:

Cloruro de potasio..... 100 á 200 >

En Abril ó Mayo:

Yeso..... 350 á 450 >

Núm. 12.—**Praderas naturales de guadañar.**

80 á 100 kilogramos	de nitrato de sosa (ó
60 á 80 >	de sulfato de amoniaco).
300 á 400 >	de fosfatos naturales ó escorias.
50 á 150 >	de cloruro de potasio.
200 á 300 >	de yeso.

Se aplicará en primavera.

Núm. 13.—**Praderas naturales de pastar.**

50 á 60 kilogramos	de nitrato de sosa (ó
40 á 50 >	de sulfato de amoniaco).
200 á 300 >	de fosfatos naturales ó escorias.
30 á 40 >	de cloruro de potasio.
200 á 300 >	de yeso.

Se aplicará en primavera.

Núm. 14.—**Pelouses ó céspedes.**

200 á 300 kilogramos	de nitrato de sosa.
100 á 150 >	de superfosfato de cal.

Se aplicará en primavera.

Núm. 15.—**Lino.**

Nitrato de sosa.....	240 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	120 »
Cloruro de potasio.....	60 »
Yeso.....	180 »

La mitad al sembrar y el resto cuarenta ó cincuenta días después.

Si se quiere obtener mucha semilla se aplicará la siguiente fórmula:

Nitrato de sosa.....	150 á 180 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	150 á 180 »
Cloruro de potasio.....	40 á 50 »
Yeso.....	160 á 190 »

La mitad al sembrar ó poco después del nacimiento de la planta y el resto cincuenta ó sesenta días después.

Núm. 16. **Cañamo.**

Para obtener 1.000 kilogramos de hilaza por hectárea:

Nitrato de sosa.....	500 á 600 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	200 á 250 »
Cloruro de potasio.....	100 á 150 »
Yeso.....	150 á 200 »

La mitad al sembrar y el resto treinta días después.

Si el cañamo se cultiva para obtener semilla se aplicará la fórmula siguiente:

Nitrato de sosa.....	200 á 300 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	200 á 300 »
Cloruro potásico.....	40 á 70 »
Yeso.....	150 á 200 »

La mitad al sembrar y el resto treinta días después.

El abono fuertemente nitrogenado produce hilaza basta y morena, pero abundante. El aumento en la proporción de la potasa ocasiona fibra más fina, flexible y blanca, pero menos abundante.

El abono rico en ácido fosfórico da mayor cantidad de cañamos y de mejor calidad.

Núm. 17.—**Azafrán.**

Nitrato de sosa.....	200 á 300 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	150 á 250 »
Sulfato de potasa.....	50 á 80 »
Yeso.....	200 á 300 »

La mitad al plantar y el resto al dar la primera escarda.

Núm. 18.—**Tabaco.**

Las fórmulas para el tabaco varían según se trate de obtener gran cosecha con perjuicio de la calidad del producto, ó se prefiera conseguir menor cantidad de mejores cualidades. La Cámara Agrícola oficial de Valencia recomienda la fórmula siguiente:

300 á 450 kilogramos de sulfato de amoniaco.
210 á 315 » de superfosfato de cal de 18 por 100 de ácido fosfórico.
90 á 135 » de sulfato de potasa.

La mitad al plantar y el resto al dar la primera escarda.

Ville propone esta otra fórmula:

800 kilogramos de nitrato de potasa.
600 » de superfosfato de cal (no indica la riqueza en ácido fosfórico).
300 » de sulfato de cal (yeso).
100 » de sulfato de magnesia.

Damseaux aconseja la siguiente fórmula para las tierras buenas y ya abonadas con estiércol:

Antes ó después del invierno:

200 á 250 kilogramos de sulfato de potasa (de 48 por 100 de potasa).
150 á 200 » de escorias de desfosforación de 16 por 100 de ácido fosfórico.

Quince días después del trasplante:

150 á 200 kilogramos de nitrato de sosa.

Para adoptar una fórmula de abono para el tabaco hay que tener en cuenta las consideraciones que vamos á exponer.

Las tierras humosas y enriquecidas por antiguas adiciones de abonos, son las que convienen especialmente al tabaco.

El buen estiércol de vaca, medio descompuesto y en dosis moderada, produce un tabaco dulce y de aroma agradable, mientras que el estiércol de caballo da un tabaco fuerte.

El abono humano, tan usado por los tabaqueros, así como el guano del Perú, produce tabacos fuertes, que arden mal, son acres al fumar y pierden mucho en el secadero.

El tabaco obtenido con abonos muy nitrogenados es grueso, arde mal y carece de perfume.

El nitrato de sosa perjudica á la combustibilidad del tabaco. El sulfato de amoniaco da hojas de color oscuro, que es la característica de los tabacos fuertes y poco agradables. El nitrato de potasa satisface perfectamente las exigencias del tabaco en nitrógeno y potasa; tiene el inconveniente de que es caro.

Además del nitrato de potasa se puede emplear el sulfato para proporcionar al tabaco la potasa. El cloruro de potasio debe ser rechazado. Tampoco conviene la kainita.

El tabaco exige mucha cal, la cual se le debe proporcionar en forma de fosfato precipitado y de escorias básicas, en parte por lo menos, porque un exceso de fósforo produce un tabaco poco combustible, de ceniza negra, sin duda porque contiene una gran cantidad de fosfatos fácilmente fusibles que, en el momento de la combustión, envuelven las partículas de carbón y hacen difícil que arda el tabaco.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, entendemos que para obtener tabaco de buena calidad hay que dedicar á este cultivo tierras húmiferas y ricas, y que se debe emplear para mantener estas cualidades el sistema mixto de estiércol de vaca y un suplemento de abonos minerales constituido por 200 á 250 kilogramos de nitrato de potasa y 150 á 200 kilogramos de escorias básicas.

Núm. 19.—**Caña de azúcar.**

Nitrato de sosa.....	270 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	450 »
Sulfato de potasa.....	180 »

Se aplicará en dos veces.

Núm. 20.—**Remolacha azucarera.**

Al sembrar ó plantar:

Sulfato de amoniaco.....	80 á 100 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	300 á 400 »
Sulfato de potasa.....	100 á 150 »

Al dar la primera escarda:

Nitrato de sosa.....	200 »
----------------------	-------

En las tierras arcillosas puede prescindirse del abono potásico ó emplearlo únicamente de tiempo en tiempo. Siempre que sea posible se aplicará el abono potásico á la cosecha precedente, pues el empleo directo de los abonos potásicos disminuye la riqueza en azúcar de la remolacha.

Especialmente en las tierras algo fuertes es preferible para la remolacha azucarera el empleo mixto del estiércol y de los abonos minerales, y se recomienda en las condiciones ordinarias la aplicación de 30.000 á 40.000 kilogramos de estiércol bien fermentado por hectárea, con un suplemento de 100 á 200 kilos de superfosfato de 16 á 18 por 100 de ácido fosfórico. El estiércol conviene repartirlo en el otoño, ó lo antes posible, para facilitar su asimilación, y el abono fosfatado al dar las últimas labores de preparación del suelo. En el caso de que la tierra sea poco fértil se añadirá, al entrecavar, unos 150 kilogramos de nitrato de sosa.

Núm. 21.—**Remolacha forrajera.**

Nitrato de sosa.....	300 á 400 kilogramos.
Superfosfato.....	300 á 400 »
Cloruro de potasio.....	100 »
Yeso.....	200 »

La mitad al sembrar ó plantar y el resto al dar la primera escarda.

Núm. 22.—**Zanahorias.**

Nitrato de sosa.....	300 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	300 »
Cloruro de potasio.....	100 »
Yeso.....	200 »

La mitad al sembrar ó plantar y el resto al dar la primera escarda.

Núm. 23.—**Nabos, rábanos y colinabos.**

Nitrato de sosa.....	200 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	300 »
Sulfato de potasa.....	100 »
Yeso.....	200 »

La mitad al sembrar ó plantar y el resto al dar la primera es-  
carda.

Núm. 24.—**Patatas.**

Las experiencias practicadas bajo la dirección de Mr. Maercker  
en diversos puntos de Alemania aconsejan que cuando se pres-  
cinda del estiércol se aplique á las patatas el abono siguiente:

200 kilogramos de nitrato de sosa.  
225        >        de superfosfato de cal de 18 por 100.

Si la tierra es pobre en potasa y no se ha empleado con exceso  
este elemento fertilizante en la cosecha precedente, como es pre-  
ferible para el cultivo de la patata según se ha dicho al tratar de  
los abonos potásicos, se añadirá á las materias fertilizantes cita-  
das en la fórmula anterior:

100 kilogramos de sulfato de potasa.

El sulfato de potasa y el superfosfato se aplicarán antes de la  
plantación, y el nitrato al dar la primera escarda.

El empleo mixto del estiércol y de los abonos minerales pare-  
ce que es el más conveniente á los patatares. Antes del invierno  
se enterrará el estiércol, bien fermentado, y al mismo tiempo el  
sulfato de potasa (si se emplea este abono por ser la tierra pobre  
en potasa y no haberse añadido en exceso este elemento á la  
cosecha precedente); el abono fosfatado y el nitrato de sosa se  
aplicarán, en varias veces, después que la planta esté nacida.  
Según la intensidad de la estercoladura, así se empleará la terce-  
ra parte, la mitad ó las dos terceras partes de las materias mine-  
rales indicadas para cuando no se emplea el estiércol.

Mr. Ville recomienda para las patatas el abono siguiente, que  
carece de nitrógeno y es rico en potasa:

Superfosfato de cal de 15 por 100.. 400 kilogramos.  
Carbonato de potasa refinado de 90  
por 100..... 200        >  
Sulfato de cal..... 400        >

*Total..... 1,000*

En el agujero donde se deposita la patata destinada á simien-  
te se reparten próximamente 25 gramos de abono, que se cubren

de tierra. Esta cantidad de 25 gramos es la calculada en el su-  
puesto de que se abran cuatro agujeros por metro cuadrado de  
terreno. Si los agujeros son más ó menos numerosos, se calcula-  
rá la cantidad de abono necesaria por agujero, dividiendo 1,000  
kilogramos por el número de agujeros abiertos en cada hectárea  
de terreno. De esta manera, y empleando el abono de la fórmula  
anterior, se puede recolectar, según Ville, 250 á 300 kilogramos  
de patatas por área, en vez de 35 á 40 que da como máximum la  
tierra sin abono; y los tubérculos, además de ser superiores en  
calidad, alcanzarán enorme tamaño.

Las experiencias de Mr. Wolny demuestran que el método de  
depositar el abono en el agujero destinado á recibir el tubérculo,  
ó en el surco donde se deposita la simiente, no es de ningún modo  
superior al procedimiento de distribuir el abono por todo el te-  
rreno, en los años ordinarios, y es claramente perjudicial en los  
años secos; debe ser por consiguiente desechado.

Núm. 25.—**Cebollas.**

Nitrato de sosa..... 360 kilogramos.  
Superfosfato de cal..... 250        >  
Sulfato de potasa..... 120        >  
Yeso..... 170        >

La mitad al sembrar ó plantar y el resto al dar la primera escarda.

Si á la cebolla precediesen otras plantas de huerta que hubie-  
ran enriquecido el suelo en materia orgánica con sus residuos, se  
empleará exclusivamente el abono mineral; de no ser así, se apli-  
cará un abono mixto orgánico-mineral.

Núm. 26.—**Ajos.**

Nitrato de sosa..... 200 kilogramos.  
Superfosfato de cal..... 150        >  
Sulfato de potasa..... 60        >  
Yeso..... 190        >

La mitad al plantar y el resto al dar la primera escarda.

Núm. 27.—**Melones y sandías.**

Nitrato de sosa..... 200 á 300 kilogramos.  
Superfosfato de cal..... 220 á 320        >  
Cloruro de potasio..... 80 á 120        >  
Yeso..... 100 á 160        >

Núm. 28.—**Calabazas y pepinos.**

Nitrato de sosa.....	220 á 320 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	230 á 340 »
Cloruro de potasio.....	50 á 80 »
Yeso.....	100 á 160 »

A los melones, sandías, calabazas y pepinos les conviene un abono mixto formado de estiércol y de la mitad ó de las dos terceras partes de las materias minerales indicadas en cada una de las fórmulas respectivas. El estiércol se aplicará antes de sembrar, la mitad del abono mineral cuando la planta tenga cuatro ó cinco hojas y el resto cuando empiezan á salir las flores.

Núm. 29.—**Pimientos y tomates.**

Nitrato de sosa.....	325 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	300 »
Cloruro de potasio.....	100 »
Yeso.....	175 »

La tercera parte al arraigar la planta, otra tercera parte treinta días después y el resto otros treinta días más tarde.

Cada dos años por lo menos conviene emplear un abono mixto formado de estiércol y de la mitad ó de las dos terceras partes de las materias minerales indicadas en la fórmula anterior. El estiércol se aplicará antes de plantar, y cuando la planta arraigue se echará el abono mineral en tres veces, como se ha dicho.

Núm. 30.—**Berengena, coliflor y otras hortalizas utilizables por sus flores ó frutos.**

Nitrato de sosa.....	360 á 480 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	270 á 360 »
Cloruro de potasio.....	135 á 180 »
Yeso.....	135 á 180 »

En dos, tres ó más veces.

Núm. 31.—**Espárragos, lechugas y otras hortalizas utilizables por sus hojas y tallos.**

Nitrato de sosa.....	430 á 580 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	170 á 230 »
Cloruro de potasio.....	140 á 190 »
Yeso.....	160 á 200 »

En dos, tres ó más veces.

Núm. 32.—**Fresas.**

Según la Cámara Agrícola oficial de Valencia:

Nitrato de sosa.....	133 á 222 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	43 á 72 »
Cloruro de potasio.....	83 á 138 »
Yeso.....	100 á 168 »

Conviene echar el abono en dos veces.

El marqués de París, que ha publicado gran número de fórmulas para las diversas plantas de huerta, recomienda para los fresaes la siguiente, que ha dado resultados muy satisfactorios:

Nitrato de sosa.....	50 kilogramos.
Sulfato de amoníaco.....	50 »
Superfosfato de cal.....	300 »
Cloruro de potasio.....	100 »
Yeso.....	200 »

Al elegir una fórmula para los fresaes ha de tener en cuenta el agricultor que, abusando del nitrógeno, es probable obtener fresa abundante y voluminosa, pero blanda, jugosa y que se descompone fácilmente. Disminuyendo la proporción de nitrógeno y aumentando la de potasa, la fruta resulta más pequeña, pero más sabrosa, aromática y consistente. Los abonos fosfatados contribuyen también á dar finura á la fresa.

En todos los cultivos hortícolas á que se refieren las fórmulas señaladas con los números 27 al 32 inclusive se debe asociar el estiércol á las materias minerales. Antes de sembrar ó plantar, se estercola, y cuando la planta está algo crecida ó bien arraigada, se aplica en dos ó tres veces la mitad ó las dos terceras partes de las cantidades de abonos minerales señaladas en cada una de las fórmulas respectivas.

Núm. 33.—**Vid.**

De las experiencias practicadas con diversas fórmulas resulta que puede adoptarse como fórmula general de abono para la vid, por hectárea, la siguiente:

Nitrato de sosa.....	100 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	150 »
Sulfato de potasa.....	50 »
Yeso.....	200 »
<b>Total.....</b>	<b>500 »</b>

El superfosfato, el sulfato de potasa y la tercera parte (34 kilos) del nitrato de sosa se aplicarán en Enero ó Febrero; el yeso y el resto del nitrato (66 kilos) en Marzo. En las tierras algo permeables, como las pedregosas y silíceas de fondo, destinadas con frecuencia á viñedos, convendrá reemplazar el nitrato de sosa por una cantidad igual de sulfato de amoniaco. En vez del superfosfato, se puede emplear las escorias Thomas en la dosis necesaria para proporcionar al suelo la misma cantidad de ácido fosfórico.

Para establecer la fórmula anterior se ha tomado como base una producción media de 50 hectolitros de vino por hectárea. Si por cultivarse la vid en regadío, ó por la índole de la variedad cultivada, ó por el género de cultivo, ó por cualquiera otra circunstancia el viñedo produjese más, se aumentará la cantidad del abono. Así, por ejemplo, para la vid cultivada en regadío se empleará:

Nitrato de sosa ó sulfato de amoniaco.....	150 á 200 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	250 á 300 »
Sulfato de potasa.....	80 á 100 »
Yeso.....	250 á 300 »

Se aplicará como se ha dicho para la vid cultivada de secano.

*Fórmula de Mrs. Fagot y Fiévet.*—Fagot y Fiévet recomiendan para la vid la siguiente fórmula, que se aplicará en primavera:

Nitrato de sosa.....	100 á 150 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	200 á 250 »
Cloruro de potasio.....	100 á 150 »
Yeso.....	200 á 300 »

*Fórmula de M. Georges Ville.*—El mejor y más eficaz abono para la vid, dice Ville, es el siguiente, rico en potasa y falto de nitrógeno:

Superfosfato de cal al 15 por 100.	400 kilogramos.
Carbonato de potasa refinado al 90 por 100.....	200 »
Yeso.....	400 »
<i>Total</i> .....	<u>1.000</u> »

Como se ve, no contiene la menor traza de nitrógeno. Según Ville, es principalmente al carbonato de potasa al que se deben sus fabulosas virtudes.

Los resultados obtenidos con este abono son verdaderamente inverosímiles. Gracias á su empleo, ha conseguido M. Ville, en su campo de experiencias de Vincennes, cuya tierra no es de la mejor calidad, los fantásticos rendimientos de 20.000 kilogramos de uva y de 180 hectolitros de vino por hectárea.

Si el precio del carbonato de potasa es muy elevado, Ville aconseja emplear el abono siguiente:

Superfosfato de cal.....	400 kilogramos.
Nitrato de potasa.....	300 »
Yeso.....	300 »
<i>Total</i> .....	<u>1.000</u> »

Para abonar las viñas recomienda Ville que se abra con la azada, alrededor de cada cepa, un hoyo pequeño, en el cual se reparte, lo más igualmente posible, la cantidad de abono que corresponde dividiendo 1.000 kilogramos por el número de cepas que haya en cada hectárea. Después se llena el hoyo con la tierra extraída.

Cuando se trata de viñedos muy extensos, se puede proceder de una manera más sencilla: se reparte el abono por delante y por detrás de las cepas, y se entierra con el arado.

Otros agrónomos aconsejan repartir el abono por todo el terreno; de este modo las materias fertilizantes pueden ser más fácilmente absorbidas que siguiendo los procedimientos recomendados por Ville, pues las pequeñas raíces, que son las encargadas de la absorción, se hallan á alguna distancia del tronco.

*Fórmula del Dr. Wagner.*—El Dr. P. Wagner, de Darmstadt, en vista de los resultados de numerosas experiencias, recomienda el método siguiente para el abonado de los viñedos. Las cifras se refieren á la hectárea:

Primer año.	{ Estiércol.....	60.000 kilogramos.
	{ Acido fosfórico soluble.....	40 »
Segundo año.	{ Acido fosfórico soluble.....	60 »
	{ Potasa.....	40 »

	(Acido fosfórico soluble.....	60 kilogramos.
Tercer año...	(Potasa.....	80 >
	(Nitrógeno.....	15 >
Cuarto y último año del ciclo.....	(Acido fosfórico soluble.....	80 >
	(Potasa.....	10 >
	(Nitrógeno.....	25 >

El sistema mixto de estiércol y abonos minerales es muy conveniente para los viñedos.

Al elegir una fórmula de abono para la vid, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1.<sup>a</sup> El nitrógeno favorece el desarrollo de la parte herbácea, mientras que el ácido fosfórico y la potasa influyen más directamente en la fructificación; por consiguiente, cuanto más joven sea el viñedo y más débiles los sarmientos, mayor debe ser la proporción en que se emplee el nitrato de sosa.

2.<sup>a</sup> En las tierras silíceas y calcáreas conviene aumentar la dosis del abono potásico.

3.<sup>a</sup> El yeso produce buenos efectos en el cultivo de la vid, cuando las tierras contienen una regular cantidad de humus.

4.<sup>a</sup> En los viñedos del Mediodía, el nitrógeno es asimilado en mayor proporción que la potasa; en los de las regiones más frías, es por el contrario la potasa más abundante en la vid.

*Abono para la vid americana:*

Nitrato de sosa.....	150 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	200 >
Sulfato de potasa.....	80 >
Yeso.....	300 >

Núm. 34.—**Olivo.**

Nitrato de sosa.....	140 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	150 >
Sulfato de potasa.....	70 >
Yeso.....	120 >
<i>Total</i> .....	480 >

Suponiendo 160 árboles por hectárea, resulta á tres kilogramos por árbol.

El superfosfato, el sulfato de potasa y la tercera parte del nitrato de sosa, se aplicarán en Enero ó Febrero; el yeso y el res-

to del nitrato, en Marzo. El superfosfato se puede reemplazar por las escorias Thomas.

En los olivares que tengan mayor número de árboles, se aumentará en proporción la cantidad del abono.

En los árboles decaídos y en los jóvenes se aumentará la cantidad de nitrato y se disminuirá la de superfosfato y la de sulfato de potasa.

Para que no se agote la materia orgánica del terreno, conviene emplear cada tres años un abono mixto de estiércol y materias minerales. Este abono mixto puede sustituirse de tiempo en tiempo por otro formado por plantas enterradas en verde y un suplemento de abono mineral.

Para los olivos jóvenes que aun no producen fruto puede emplearse el siguiente abono:

Nitrato de sosa.....	100 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	60 >
Sulfato de potasa.....	20 >
Yeso.....	120 >
<i>Total</i> .....	300 >

La mitad en Enero ó Febrero y el resto en Marzo.

Núm. 35.—**Naranja.**

Nitrato de sosa.....	450 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	470 >
Cloruro de potasio.....	125 >
Yeso.....	155 >

El superfosfato, el cloruro de potasio y la mitad del nitrato de sosa, se aplicarán en Febrero ó Marzo; el yeso y el resto del nitrato, en Junio ó Julio.

En los árboles decaídos y en los jóvenes se aumentará la cantidad de nitrato y se disminuirá la de superfosfato y la de cloruro de potasio.

Para los árboles jóvenes que aun no producen fruto, se empleará el abono siguiente:

Nitrato de sosa.....	300 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	100 >
Cloruro de potasio.....	40 >
Yeso.....	160 >

Una tercera parte se aplicará en Febrero, otra en Mayo y el resto en Julio.

El naranjo tiene todo el año la savia en movimiento, y exige por eso una alimentación continuada. Para que nunca falten en el suelo materiales nutritivos hay que aplicar al naranjal abonos de descomposición lenta que vayan cediendo paulatina é incesantemente al árbol sus elementos fertilizantes. Es muy conveniente, por lo tanto, en el cultivo del naranjo emplear cada tres años abonos orgánicos, y según la dosis en que se empleen se aplicará la tercera, la mitad ó las dos terceras partes del abono mineral indicado en las fórmulas anteriores.

En Enero ó Febrero se echa el estiércol ó se entierra el abono verde; en Marzo y en Junio ó Julio, la cantidad correspondiente del abono mineral de la manera que se ha dicho en la primera de las fórmulas aplicables al naranjo.

Al aplicar los abonos al naranjo ha de tener en cuenta el agricultor cómo obran sobre esta planta las materias fertilizantes. El exceso de nitrógeno ocasiona exagerada producción de leña y follaje, retrasa la maduración, circunstancia que á veces conviene utilizar, y se obtienen frutos de mucha corteza, poco azucarados, pobres en aroma y que se pudren fácilmente. La abundancia de ácido fosfórico produce naranja pequeña, pero abundante, de gran finura y sabrosa, y semillas gruesas y de elevado poder germinativo. Cuando predomina la potasa, el árbol adquiere poco desarrollo, en cambio el fruto resulta dulce, jugoso, de sabor exquisito y aroma delicado, de corteza fina y semillas pequeñas y poco numerosas.

Núm. 36.—**Frutales de pepita** (manzano, peral, etc.)

Nitrato de sosa.....	160 á 200 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	120 á 150 »
Cloruro de potasio.....	40 á 50 »
Yeso.....	160 á 200 »

La mitad se aplicará en Marzo y el resto en Mayo.

En todos los frutales se puede reemplazar el superfosfato por las escorias Thomas.

El año en que se emplee estiércol ó abono verde se aplicará la mitad ó las dos terceras partes del abono mineral indicado en la fórmula anterior.

En los árboles jóvenes y en los decaídos se aumentará la cantidad de nitrato de sosa y se disminuirá la de superfosfatos y la de cloruro de potasio.

Núm. 37.—**Frutales de hueso** (albaricoquero, ciruelo, etc.)

Nitrato de sosa.....	175 á 220 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	115 á 140 »
Cloruro de potasio.....	70 á 90 »
Yeso.....	120 á 150 »

Lo que hemos dicho de la fórmula de los frutales de pepita es aplicable á la de los de hueso.

Núm. 38.—**Almendro.**

Nitrato de sosa.....	70 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	100 »
Sulfato de potasa.....	50 »
Yeso.....	260 »

Total..... 480

Suponiendo 120 árboles por hectárea, resulta á cuatro kilos por árbol.

Conviene echar la mitad del abono en Diciembre ó Enero y el resto en Febrero ó Marzo.

En los árboles jóvenes y en los decaídos se aumentará la dosis de nitrato de sosa y se disminuirá la de superfosfato y la de sulfato de potasa.

Núm. 39.—**Granado.**

Nitrato de sosa.....	150 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	200 »
Cloruro de potasio.....	50 »
Yeso.....	100 »

Lo que se ha dicho de la fórmula de los frutales de pepita es aplicable á la del granado.

Núm. 40.—**Abonos para jardinería.**

Para plantas cultivadas por su follaje:

Nitrato de sosa.....	3 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	4 »
Cloruro de potasio.....	1 »

Yeso.....	4 kilogramos.
Sulfato de hierro.....	2 »

300 gramos de esta mezcla por metro cuadrado.

*Para plantas cultivadas por sus flores en macizos:*

Nitrato de sosa.....	2 kilogramos.
Superfosfato de cal.....	10 »
Cloruro de potasio.....	2 »
Yeso.....	4 »
Sulfato de hierro.....	2 »

300 gramos de esta mezcla por metro cuadrado.

*Para flores en maceta* da buenos resultados y es económico el abono siguiente:

Superfosfato de cal.....	6 kilogramos.
Sulfato de amoniaco.....	3 »
Nitrato de potasa.....	3 »
Sulfato de hierro.....	0,3 »

10 gramos de este abono en un litro de agua pueden servir durante una semana para 10 á 30 macetas; el gasto no llega á dos céntimos.

*Fórmulas de Ville.*—Ville recomienda la siguiente fórmula para las flores herbáceas (pelargonios, geránios, ciclamens, chrysantemos, bromeliáceas, cinerarias, helechos, etc.)

Superfosfato.....	33 por 100.
Nitrato de potasa.....	17 »
Nitrato de sosa.....	25 »
Yeso.....	25 »

100

Si se trata de *flores cultivadas en el suelo*, se empleará 12 kilogramos de abono por área.

Cuando son *flores en maceta*, se mezclan el abono y la tierra en la proporción de tres gramos por kilogramo de tierra, y con esta mezcla se llenan las macetas. También puede ponerse el abono sobre la tierra, alrededor de la planta, enterrarlo con un tenedor y regar; siempre en la dosis de tres gramos por kilogramo de tierra.

Este mismo abono es apropiado para el *césped*. La dosis reglamentaria consiste en cinco kilogramos de abono mezclados á

otros cinco de yeso en polvo por cada 100 metros cuadrados. El efecto es sorprendente.

Para los *rosales* y *arbustos* recomienda Ville la fórmula siguiente:

Superfosfato de cal á 15 por 100.....	40 por 100.
Carbonato de potasa refinado á 90 por 100.....	20 »
Yeso.....	40 »
	100

Se da á cada pie, según su fuerza, de 60 á 100 gramos de abono, que se distribuye en un pequeño hoyo abierto alrededor de la planta, cuidando de mezclarlo bien con la tierra y de regar con abundancia. La dosis es aquí de importancia; si es excesiva puede ocasionar la muerte del rosal.

*Fórmula de M. Grandean para flores en maceta.*

Nitrato de cal.....	100 gramos.
Nitrato de potasa.....	25 »
Fosfato de potasa.....	25 »
Sulfato de magnesia.....	25 »

Se disuelven cinco gramos de esta mezcla por litro de agua y con la solución obtenida se riegan las plantas una vez al mes, teniendo cuidado de no mojar las hojas. O bien se mezclan 10 gramos á la tierra antes de introducirla en las macetas.

*Fórmula del Dr. Wagner para flores en maceta.*

Nitrato de potasa.....	45 por 100.
Nitrato de amoniaco.....	30 »
Fosfato de amoniaco.....	25 »
	100

Se echa una vez al mes por encima de la tierra las cantidades siguientes de esta mezcla: para un tiesto de 10 centímetros de diámetro, 50 centigramos de los polvos; si el diámetro es de 12 centímetros, 1 gramo; de 15 centímetros, 2 gramos; de 20 centímetros, 4 gramos; de 24 centímetros, 8 gramos.

Las plantas de crecimiento rápido (rosales, fuchsias, geranios, verbenas, etc.) requieren ser abonadas con más frecuencia que una vez al mes. En cambio, las de crecimiento lento, como las palmeras y demás plantas verdes, que reciben poca luz en las ha-

bitaciones y se desarrollan muy despacio, no tienen necesidad de ser abonadas con esta mezcla más que una vez cada dos meses.

Echando la mezcla indicada y regando después lentamente y sin exceso, se obtiene una hermosa vegetación.

Para los árboles de adorno y plantas exóticas se debe emplear por área:

Superfosfato .....	10 kilogramos.
Nitrato de potasa .....	10 »
Yeso cocido y pulverizado.....	6 »

2.º—CULTIVOS POR HOJAS.

**Primer caso.**

Los abonos minerales son empleados solos, con exclusión del estiércol.

CULTIVO EXCLUSIVO DEL TRIGO

- Primer año: abono núm. 1.
- Segundo año: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.
- Tercer año: abono núm. 1.
- Cuarto año: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.

El cultivo exclusivo del trigo favorece la multiplicación de las malas hierbas, lo que obliga á practicar labores repetidas que ocasionan gastos de consideración. Se evita este inconveniente reemplazando el trigo del tercer año por un cultivo de patatas ó de trébol. Si se da la preferencia á las patatas, hay que emplear el abono núm. 24. Si se reemplaza al tercer año el trigo por el trébol, es preciso emplear el mismo abono núm. 24, pero disminuyendo en 100 kilogramos la dosis del nitrato de sosa y aumentando en igual cantidad la del yeso.

CULTIVO POR HOJAS DE DOS AÑOS, COMPRENDIENDO MAÍZ Y TRIGO

- Primer año.—*Maíz*: abono núm. 4.
- Segundo año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.

CULTIVO POR HOJAS DE CUATRO AÑOS, COMPRENDIENDO PATATAS, TRIGO, TRÉBOL Y TRIGO

- Primer año.—*Patatas*: abono completo núm. 24.
- Segundo año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.
- Tercer año.—*Trébol*: abono núm. 11.
- Cuarto año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.

CULTIVO POR HOJAS DE CUATRO AÑOS, COMPRENDIENDO REMOLACHAS, TRIGO, TRÉBOL Y TRIGO

- Primer año.—*Remolachas*: abono núm. 20 ó 21, según los casos.
- Segundo año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.
- Tercer año.—*Trébol*: abono núm. 11.
- Cuarto año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.

CULTIVO POR HOJAS DE CUATRO AÑOS, COMPRENDIENDO PATATAS, TRIGO, HABAS Y TRIGO

- Primer año.—*Patatas*: abono núm. 24.
- Segundo año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.
- Tercer año.—*Habas*: abono núm. 8.
- Cuarto año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.

CULTIVO POR HOJAS PARA FORRAJE

- Primer año.—*Trigo*: abono núm. 1.
- Segundo año.—*Trébol*: abono núm. 11.
- Tercer año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.
- Cuarto año.—*Algarrobas, Habichuelas, Matces* mezclados: abono número 11.
- Quinto año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.
- Sexto año.—*Algarrobas, Habichuelas, Matces* mezclados: abono número 11.

ABONOS PARA PRADOS

- Primer año: abono núm. 12.
- Segundo año: 300 kilogramos de sulfato de amoniaco.

**Segundo caso.**

Los abonos minerales son empleados como auxiliares del estiércol. Se supone que se empleen 50.000 kilogramos de estiércol cada cinco años.

CULTIVO POR HOJAS DE CINCO AÑOS, COMPRENDIENDO PATATAS,  
TRIGO, TRÉBOL, TRIGO Y AVENA

Primer año.—*Patatas*: 50.000 kilogramos de estiércol y la mitad del abono núm. 24, pero disminuyendo en 100 kilogramos la dosis del nitrato de sosa y aumentando en igual cantidad la del yeso.

Segundo año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoníaco.

Tercer año.—*Trébol*: abono núm. 11.

Cuarto año.—*Trigo*: 200 kilogramos de sulfato de amoníaco.

Quinto año.—*Avena*: 300 kilogramos de sulfato de amoníaco.

CULTIVO POR HOJAS DE CINCO AÑOS, COMPRENDIENDO REMOLACHA,  
TRIGO, TRÉBOL, TRIGO Y AVENA

Primer año.—*Remolacha*: 50.000 kilogramos de estiércol y la mitad del abono núm. 20 ó 21, según los casos.

Segundo año.—*Trigo*: 200 kilogramos de sulfato de amoníaco.

Tercer año.—*Trébol*: abono núm. 11.

Cuarto año.—*Trigo*: 200 kilogramos de sulfato de amoníaco.

Quinto año.—*Avena*: 300 kilogramos de sulfato de amoníaco.

CULTIVO POR HOJAS DE SEIS AÑOS, COMPRENDIENDO LINO, REMOLACHA,  
TRIGO, TRÉBOL, TRIGO Y AVENA, CENTENO Ó CEBADA

Primer año.—*Lino*: abono núm. 15.

Segundo año.—*Remolacha*: 50.000 kilogramos de estiércol esparcido en la tierra en otoño, y en la primavera la mitad del abono núm. 21.

Tercer año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoníaco.

Cuarto año.—*Trébol*: abono núm. 11.

Quinto año.—*Trigo*: 300 kilogramos de sulfato de amoníaco.

Sexto año.—*Avena, Centeno ó Cebada*: 200 kilogramos de sulfato de amoníaco.

Las fórmulas que hemos dado á conocer se pueden aplicar, en términos generales, á todas las tierras. Al principio es conveniente no separarse de ellas; pero más tarde, cuando el agricultor se ha familiarizado con las leyes que rigen la producción vegetal, se debe tener en cuenta la riqueza natural de las tierras en nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y cal; porque si el suelo contiene en abundancia alguna de estas sustancias, se puede sin inconveniente reducir la dosis de ellas en los abonos y hasta llegar á suprimirlas enteramente, sin que los rendimientos disminuyan. El conocimiento de los elementos nutritivos que la tierra contiene y de los que le faltan se adquiere verificando el análisis del suelo por la planta según el procedimiento que indicaremos al

tratar de los campos de experiencias. El análisis del suelo por la planta permite al agricultor emplear los abonos con conocimiento de causa; es la base del empleo racional y lucrativo de los abonos.

**Modo de verificar las mezclas de abonos minerales.**

—Para que las mezclas se hagan sin dificultad es necesario que las materias constitutivas estén secas. Los superfosfatos, en el momento en que acaban de ser fabricados, son muy húmedos y ofrecen una consistencia pastosa que hace difíciles las mezclas; pero al cabo de dos ó tres meses se desecan y se hacen pulverulentos. Hay que procurarse, por consiguiente, los superfosfatos muchos meses antes de preparar la mezcla. También conviene adquirir los demás abonos con cierta anticipación, aprovechando las épocas en que están más baratos, pues si se aguarda para comprarlos al momento en que hay que emplearlos, el comercio puede aprovecharse de la necesidad del agricultor y tener mayores exigencias.

Hasta que llegue el momento de preparar las mezclas, los abonos minerales deben conservarse en un lugar muy seco; por ejemplo, en un granero bien cerrado. Los que tienen tendencia á rezumar se colocarán sobre paja, la cual se llevará después al montón del estiércol. Para evitar que los sacos se echen á perder se vierte su contenido en cajas grandes ó en barricas de poco valor. Los fosfatos y los superfosfatos cuando están secos, que es como se deben adquirir, pueden sin inconveniente colocarse en montones. Los abonos más ó menos húmedos ó susceptibles de absorber la humedad, como los abonos salinos en general, se aglomeran con frecuencia en masas, que es necesario pulverizar cuando se va á preparar las mezclas; se puede evitar este inconveniente mezclando los abonos, en el momento de almacenarlos, con materias pulverulentas inertes que absorban la humedad, tales como la tierra seca, el yeso, y mejor aún la turba pulverizada.

Con estas precauciones y algunos cuidados no hay inconveniente en adquirir con anticipación los abonos minerales; el interés del capital paralizado será en muchos casos compensado con exceso por la economía que se obtiene comprándolos en las épocas en que se venden más baratos.

Llegado el momento de preparar la mezcla, hay que empezar

por pulverizar los trozos compactos y más ó menos duros que, según se ha dicho, presentan con frecuencia los abonos salinos (nitratos, cloruros, sulfatos y superfosfatos) cuando no se han observado las precauciones que acabamos de indicar para su conservación. Para verificar la pulverización se criban aisladamente las diversas sustancias, con objeto de separar las partes pulverulentas; después se trituran las partes gruesas valiéndose de un mazo de madera, que consiste en un cilindro de 20 á 30 centímetros de diámetro por 100 de altura, provisto de un mango vertical que arranca del centro del cilindro; se vuelve á cribar, y así se continúa golpeando y cribando hasta que las materias adquieran el grado de finura deseado. Entonces se procede á la mezcla de la manera siguiente:

En un a era plana y regular se vacían los sacos, formando un montón distinto con cada sustancia; se extiende en capa muy delgada uno de los abonos, encima se extiende el segundo abono y después el tercero, si son tres las materias que hay que mezclar. Verificada la superposición, se revuelven enérgicamente las materias por medio de una pala hasta que la mezcla sea todo lo homogénea posible.

No se perdonará medio de que la mezcla sea todo lo íntima posible, para que las raicillas de las plantas encuentren al mismo tiempo á su alcance los diversos agentes cuyos buenos efectos dependen en parte de su presencia simultánea.

Se procurará no verificar la mezcla mucho tiempo antes de su empleo, porque se corre el riesgo de que las materias se aglomeren en masas, y en este caso hay que recurrir á una segunda pulverización.

Al preparar las mezclas se tendrá en cuenta las incompatibilidades que existen entre los diferentes abonos. Los superfosfatos, como sabemos, obran sobre los nitratos poniendo en libertad el ácido nítrico; para evitar la pérdida del nitrógeno, no se verificará la mezcla de estas dos sustancias hasta el mismo momento de su empleo. Tampoco se mezclarán las sustancias alcalinas, como la cal viva ó apagada, las escorias de desfosforación, los residuos salinos y las cenizas, con el sulfato de amoníaco, ni con las materias orgánicas fácilmente descomponibles, como el guano, ó que han sufrido un principio de descomposición, porque el álcali ocasionará el desprendimiento del amoníaco. También puede

ser perjudicial que permanezcan largo tiempo en contacto, sobre todo en sitios húmedos, el sulfato de amoníaco y las materias que contienen carbonato de cal. Las pérdidas de nitrógeno, sea al estado nítrico, sea al estado amoniacal, son tanto más de temer cuanto más húmedos están los abonos; por eso volvemos á insistir en la conveniencia de comprar las materias perfectamente secas.

La cal viva ó apagada, además de ocasionar el desprendimiento del nitrógeno, provoca la retrogradación de los superfosfatos; debe por eso ser excluída la cal de toda clase de mezclas, excepto con las sales potásicas.

Todos los abonos que contienen nitrógeno orgánico ó nitrógeno amoniacal, todos los fosfatos y superfosfatos, todas las sales potásicas y las sales de hierro, así como el yeso, se pueden mezclar entre sí, sin que haya que temer ninguna reacción perjudicial.

Las escorias de desfosforación y las sales potásicas pueden ser mezcladas, sin que haya ninguna pérdida desde el punto de vista químico; pero, según el Dr. Maercker, la mezcla se endurece al cabo de ocho ó diez horas, formándose una especie de cemento que se esparce mal. Por esta razón no debe mezclarse las escorias y las sales potásicas más que para las necesidades del día.

Los productos que deben ser aplicados en otoño se mezclarán aparte de los que hay que emplear en primavera. En las mezclas de otoño entrarán todos los fosfatos, porque no están expuestos á ser arrastrados por las aguas, así como los abonos orgánicos nitrogenados, que necesitan ser descompuestos para que sean asimilados por las plantas. El sulfato de amoníaco y el cloruro de potasio pueden también entrar en las mezclas aplicables en otoño, cuando se han de emplear en tierras fuertes ó en tierras francas, porque estas tierras tienen suficiente poder absorbente para retener el amoníaco y la potasa; por el contrario, en las tierras muy ligeras, dotadas de gran permeabilidad, y desprovistas por lo mismo de la facultad absorbente, se aplicarán estas dos materias fertilizantes en primavera, á fin de evitar que sean acarreadas al subsuelo. El nitrato de sosa, que no es retenido por las tierras, se aplicará siempre en primavera; cuando más, se puede emplear una pequeña cantidad antes del invierno, para fortificar la vegetación del trigo antes de la llegada de los fríos.

**Aplicación de las mezclas de abonos minerales.**— Verificada la mezcla de los abonos minerales veamos cómo se ha de aplicar al suelo.

Conviene emplear el mayor cuidado para distribuir estos abonos por las tierras de cultivo; una buena distribución puede elevar los rendimientos en dos ó tres hectolitros de grano por hectárea. El mejor procedimiento para repartirlos consiste en el empleo de las máquinas destinadas á esparcir los abonos pulverulentos, análogas á las máquinas sembradoras. El empleo de estos instrumentos distribuidores de abonos, sólo resulta ventajoso en las grandes explotaciones. Cuando no se dispone de estas máquinas y hay que hacer á mano la distribución, se repartirá el abono á voleo, con tanta regularidad y cuidado como si se tratase de la siembra de los cereales, porque toda irregularidad en el reparto se manifestará después por una irregularidad en la vegetación. Para conseguir una distribución uniforme se recomienda mezclar el abono, un día ó dos antes del reparto, con un volumen igual, doble ó triple de una materia pulverulenta inerte, tal como la tierra fina y seca, el yeso, la turba ó la arena. Esta precaución es indispensable cuando se trata de obreros poco acostumbrados á repartir abonos concentrados. Se escogerá de preferencia para la distribución un tiempo tranquilo y húmedo; cuando hace viento se corre el peligro de perder gran cantidad del abono. Para facilitar la distribución, cuando ésta tiene lugar á mano, conviene disponer el abono en varios montones que se reparten entre las diversas porciones del terreno.

Después de repartidos, se incorporan al suelo por medio de una labor profunda que los ponga al alcance de las raíces y asegure la alimentación abundante de la planta; el enterramiento por medio del rastrilleo ó por una labor superficial es insuficiente, según las experiencias de Mr. Petermann, para obtener del abono el máximo de efecto. Únicamente el nitrato puede ser sin inconveniente esparcido por la superficie del terreno (en cobertera).

Al tratar de los abonos para la patata y para la vid, hemos visto que no hay ninguna ventaja en depositar las materias fertilizantes alrededor del pie de la planta, como algunos aconsejan para ciertos cultivos, en vez de esparcirlos por todo el terreno. Tampoco es recomendable el sistema, por otros recomendado, de introducir la remolacha, en el momento del trasplante, en un

caldo de materia fertilizante, pues se ha observado que en este caso los abonos solubles se muestran francamente perjudiciales y los abonos insolubles indiferentes. Resulta, por consiguiente, que la distribución del abono por toda la superficie del terreno seguida del enterramiento, es el procedimiento más recomendable; con él se consigue la distribución más completa posible de las materias fertilizantes por la masa de tierra ocupada por las raíces.

**Falsificación de los abonos artificiales.**— Los abonos artificiales ó comerciales de todas clases han sido objeto de una porción de fraudes, que han contribuido en gran parte á desacreditarlos. Se comprende, en efecto, que el agricultor se retraiga de adquirirlos si en cambio de su dinero se le dan materias inertes, sin acción sobre las cosechas y á veces perjudiciales.

Es de gran importancia, por tanto, para la agricultura el asegurar la exactitud y la sinceridad en la preparación y venta de los abonos comerciales.

La ignorancia del agricultor y la carencia de una ley severa que haga imposible la existencia de negociantes sin moralidad que venden estos productos sin garantía de ninguna especie, falsificándolos unas veces, gravándolos extraordinariamente otras, y obteniendo siempre pingües ganancias con perjuicio de los agricultores y de los fabricantes de buena fe, cuyos productos desacreditan, son las principales causas de los fraudes, de día en día mayores y más escandalosos, que se cometen en España en el comercio de los abonos. Otras naciones más celosas que la nuestra de la moralidad y de los intereses agrícolas, han dictado rigurosas leyes por las que se castigan severamente las falsificaciones de estas sustancias, se autoriza á los tribunales para que publiquen las condenas en los periódicos y las fijen en las puertas de los talleres y almacenes de los fabricantes y vendedores, y se obliga á éstos á indicar la riqueza de los abonos en principios fertilizantes y la naturaleza y el estado de combinación de estos principios.

Mientras la instrucción no se difunda por los campos y no se dicte una ley especial que dificulte cuanto sea posible estos fraudes, el agricultor no tiene otro medio de evitarlos que el dirigirse á las casas de reconocido crédito y que garanticen además la composición de los productos en la forma que luego indicaremos.

A estas casas respetables debe dirigirse el agricultor, dejándose de intermediarios, para la adquisición de los abonos artificiales; y si por no seguir este consejo y fiarse de traficantes inmorales los productos le resultan caros ó falsificados, no debe quejarse más que á sí mismo de haber sido engañado.

El agricultor debe necesariamente, dice Mr. X. Farmet, para sacar partido de los abonos comerciales, obtenerlos á un precio justo y exigir garantías reales y completas que hagan imposible todo fraude, toda falsificación.

Puesto que el valor fertilizante de los abonos industriales depende exclusivamente de las materias nutritivas que contienen, es lógico, racional y justo que el vendedor *garantice la composición* del abono, para que el agricultor sepa lo que compra, y si paga la cantidad correspondiente al precio á que se cotizan en el mercado los elementos nutritivos que el abono contiene.

Aconsejamos, pues, á los agricultores que no adquieran abono alguno industrial cuya composición no se *garantice* de modo claro y categórico en la *factura de venta*, con la facultad de analizarlo en cualquier laboratorio, y de reclamar los perjuicios á que hubiere lugar, si el análisis no acusara la composición garantizada.

Grandeau aconseja que se tomen las siguientes precauciones para la compra de los abonos artificiales: 1.<sup>a</sup> Pedir al vendedor una muestra tipo del abono; 2.<sup>a</sup> Exigirle por escrito las indicaciones, obligaciones y garantías siguientes:

a. Indicación de la naturaleza, proporción y forma de cada una de las materias fertilizantes contenidas en el abono, designadas nominalmente, á saber: nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico; ácido fosfórico soluble en el agua ó en el citrato de amoníaco; ácido fosfórico insoluble; potasa al estado de cloruro ó de sulfato. Cuando estos tres cuerpos, *nitrógeno, ácido fosfórico y potasa*, afecten otra forma ó combinación especial, deberá expresarse. No se dará valor alguno á los demás cuerpos que con los anteriores constituyan el abono.

b. Obligación de dejar extraer una muestra á la llegada del abono para confrontarla con la muestra tipo remitida antes de la venta.

c. Fijación por escrito del precio del kilogramo de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa, en cada una de sus formas.

d. Nulidad de la compra en el caso de que no se hubiese cumplido alguna de las condiciones convenidas.

Con estas indicaciones, garantizadas por el vendedor y comprobadas por el análisis del abono á su llegada á poder del comprador, no correrá éste peligro de ser engañado. En efecto, al recibir la oferta del vendedor puede el comprador calcular el valor real del abono que le ofrecen; le bastará, para esto, asignar al kilogramo de cada una de las materias fertilizantes el precio corriente, fácil de averiguar, y podrá deducir inmediatamente si la oferta que le hacen es ó no ventajosa ó, lo que viene á ser lo mismo, si le es posible procurarse de otro modo, á más bajo precio, las sustancias fertilizantes contenidas en el abono.

Para analizar los abonos existen en las naciones adelantadas los *Laboratorios agrícolas*.

Algunos fabricantes garantizan la composición de los abonos de manera distinta á la que hemos indicado. Conviene que lo sepan los agricultores para que estén prevenidos. En vez de expresar las cantidades de nitrógeno, de ácido fosfórico y de potasa contenidos en 100 kilogramos, con indicación de su estado de combinación, como debe ser, indican un tanto por ciento de *materias orgánicas nitrogenadas, de amoníaco, de fosfatos de cal, de fosfato soluble ó asimilable, de sales potásicas*, etc. Estas expresiones que tienen por objeto deslumbrar al agricultor con cifras más elevadas, no tienen nada de preciso, y deben siempre mirarse con desconfianza. Un ejemplo hará comprender el alcance de esta observación.

Supongamos que se haya garantizado en un abono una riqueza de 20 por 100 de fosfato de cal; esto no significa gran cosa; porque suponiendo que ésta cantidad se encuentre exactamente, el análisis podrá hallar cantidades de ácido fosfórico comprendidas entre 9,16 y 12,22 por 100, según la naturaleza del fosfato. Se ve, pues, que la garantía debe concretar el tanto por 100 de ácido fosfórico.

Y aun esta indicación no es suficiente, porque el ácido fosfórico tiene valores comerciales diferentes según que esté en combinaciones solubles en el agua, solubles en el citrato de amoníaco ó insolubles; el ácido fosfórico soluble en el citrato de amoníaco, se vende á un precio por lo menos tres veces más elevado que el ácido fosfórico insoluble. Parecidas observaciones pueden hacerse

á propósito del nitrógeno y de la potasa. Se debe, pues, especificar el estado de combinación de los principios fertilizantes, diciendo, por ejemplo: nitrógeno orgánico, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal; ácido fosfórico soluble en el agua, en el citrato de amoniacal, ó insoluble; potasa al estado de carbonato, de sulfato ó de cloruro, etc.

Veamos ahora cómo se calcula el valor de los abonos comerciales.

El precio á que se cotizan en el mercado las primeras materias empleadas en la preparación de los abonos industriales es sumamente variable: varía de un punto á otro á causa de los gastos de transporte, y en un mismo lugar varía con frecuencia por efecto de las necesidades agrícolas, y también á consecuencia de especulaciones puramente comerciales. Actualmente (15 de Octubre de 1899) se puede admitir que el precio medio de dichas primeras materias es el siguiente para los 100 kilogramos de cada sustancia:

	Los 100 kilos.
	Pesetas.
Sangre desecada y molida de 11/13 por 100 de nitrógeno	20,50
Carne » » de 9/11 » »	18,50
Nitrato de sosa..... de 15/16 » »	29
Sulfato de amoniacal..... de 20/21 » »	42,50
Superfosfato de cal de 15/17 por 100 de ác. fosf. soluble al citrato.	11,25
» » de 16/18 » » » »	11,50
» » de 18/20 » » » »	13
Escorias Thomas de 15/16 » » » »	8,50
Cloruro de potasio de 80/85 por 100 equivalente á 50/54 por 100 de potasa.....	31
Sulfato de potasa de 90/95 por 100 con 48/51 por 100 de potasa.	36
Kainita de 23/25 por 100 de sulfato de potasa.....	11,45
Sulfato de hierro.....	8,50

Dividiendo el importe de los 100 kilogramos de cada una de estas primeras materias por el tanto por 100 de su riqueza en el elemento útil (nitrógeno, ácido fosfórico, potasa), se tendrá el precio del kilogramo de este elemento. Aplicando este procedimiento, resulta que el precio medio del kilogramo de los elementos útiles de los abonos, es actualmente el siguiente:

	Precio del kilogramo.
	Pesetas.
Nitrógeno orgánico.....	1,80
— nítrico.....	1,95
— amoniacal.....	2,10
Acido fosfórico soluble en el citrato de amoniacal..	0,70
Acido fosfórico insoluble.....	0,20
Potasa al estado de cloruro.....	0,60
— — de sulfato.....	0,75

Conocido el precio del kilogramo de los diversos elementos útiles, es fácil determinar el valor de los abonos compuestos. Supongamos que nos ofrecen un abono, en el que se nos garantiza la siguiente composición:

Nitrógeno orgánico.....	4 por 100.
— amoniacal.....	2 —
Acido fosfórico soluble en el citrato.....	14 —
Potasa al estado de cloruro.....	6 —

Su valor aproximado con arreglo á los precios indicados y por 100 kilogramos de abono, será:

	Por 100 kilogramos.
	Pesetas.
4 kilogramos de nitrógeno orgánico, á 1,80.....	7,20
2 idem de nitrógeno amoniacal, á 2,10.....	4,20
14 idem de ácido fosfórico soluble en el citrato, á 0,70....	9,80
6 idem de potasa, á 0,60.....	3,60
<b>Valor total de los 100 kilogramos de abono.....</b>	<b>24,80</b>

Comparando este valor real del abono con el precio de venta, deduciríamos si era caro ó barato.

Resulta, por consiguiente, que para calcular el valor de un abono comercial, no hay más que multiplicar el tanto por 100 de cada uno de los elementos útiles que contiene por el precio á que se cotiza en el mercado el kilogramo de dicho elemento; la suma de estos productos será el valor de los 100 kilogramos de abono.

Se comprende por lo expuesto que el valor real de los abonos depende de su composición, y no se puede, por consiguiente,

cuando dicha composición se desconoce, apreciar si un abono es caro ó barato. Insistimos en este punto, porque muchos agricultores, al comprar los abonos, sólo se preocupan de que el saco ó el quintal de abono cueste poco dinero. No comprenden estos agricultores que es materialmente imposible vender buenos productos á los precios irrisorios á que los ofrecen algunos vendedores, y sin duda ignoran que un abono al parecer barato porque el saco ó el quintal se vende á bajo precio, puede resultar, y resulta generalmente, caro en proporción con su riqueza en principios útiles, mientras que otro de precio más elevado, pero más rico, puede ser barato.

Esta preferencia por los abonos de bajo precio, unida á la competencia no siempre correcta que se hacen los vendedores, ha dado por resultado ciertos procedimientos perjudiciales para el agricultor. Algunos comerciantes y fabricantes, para poder vender á bajo precio los abonos y sacar de la venta una utilidad no despreciable, les añaden gran cantidad de materias inertes, *rebajando* así la riqueza del abono en principios fertilizantes; el producto que venden resulta por consiguiente pobrísimo y, además, las sustancias inertes añadidas, ocasionan un aumento en los gastos de transporte, que viene en fin de cuenta á recargar inútilmente para el agricultor el precio de la materia útil que el abono contiene.

Pongamos un ejemplo para que se comprenda en qué consiste el procedimiento á que nos referimos. Supongamos que un saco de abono mineral de 46 kilogramos, que es lo corriente, cuesta, comprendiendo el interés correspondiente al capital de explotación, y libre de gastos, 6 pesetas; repartiendo entre tres de estos sacos 46 kilogramos de una sustancia que valga á 50 céntimos de peseta (arena ú otra materia pesada y barata), se tendrá, como es consiguiente, cuatro quintales por 18,50 pesetas, que, divididas entre los cuatro sacos, resultará cada uno á 4,62 pesetas. Por este medio tan sencillo se puede hacer la competencia impunemente, vendiendo sacos de 6 pesetas á 4,62. Para obtener mayor utilidad, se redondean las cifras, vendiendo el saco á 5 ó 5,50 pesetas, y el abono llega en este caso á poder del agricultor considerablemente empobrecido y falsificado. Estos abusos incalificables desaparecerían si los abonos se vendiesen, como es racional, con arreglo á su composición.

**Sindicatos para la compra de los abonos.**—Los agricultores que emplean crecidas cantidades de materias fertilizantes, pueden y deben dirigirse á las casas más importantes y acreditadas y adquirir de este modo los abonos á más bajo precio, con menores gastos de transporte y sin temor á las falsificaciones. Pero los pequeños agricultores no pueden aprovecharse de las ventajas que ofrece la adquisición en grande de los abonos: tienen que dirigirse á los intermediarios, no se encuentran en circunstancias para discutir las condiciones de compra, y rara vez hacen analizar los abonos, porque el coste de esta operación, cuando se trata de pequeñas cantidades, grava considerablemente el precio del abono. Esto no obstante, los pequeños agricultores pueden obtener las mismas ventajas que los grandes asociándose para la compra en común de los abonos, semillas, máquinas, etc. Tal es el objeto de los sindicatos agrícolas. Daremos á conocer la organización de estas asociaciones, las ventajas que ofrecen y los servicios que prestan á la agricultura en los países en que están constituidos. Nos valdremos para ello de la obra *Les Engrais*, de Müntz et Girard.

*Ventajas, objeto y carácter de los sindicatos.*—El sindicato es una asociación de agricultores formada con el objeto de comprar en común, de reunir los pedidos para poder dirigirse á los proveedores en grande y obtener así, por la supresión de los intermediarios, los precios más reducidos. El agricultor afiliado al sindicato envía al presidente ó al secretario el pedido de abonos que necesita, y ya no tiene que ocuparse más que de la recepción de la mercancía. A los administradores del sindicato corresponde la misión de elegir los proveedores que ofrezcan las condiciones más ventajosas, de exigirles todas las garantías necesarias, de hacer comprobar por medio de análisis la calidad de los envíos y de obtener las tarifas de transportes más reducidas.

El objeto de los sindicatos es múltiple, y los servicios que pueden prestar á la agricultura son de naturaleza diversa; aquí sólo nos ocuparemos de lo que se refiere á los abonos. Esta institución permite disminuir el precio de los abonos y suprimir el fraude; sólo por estos dos beneficios merece que formen parte de ella todos los agricultores. El pertenecer á los sindicatos cuesta muy poco dinero; lo que tiene que pagar cada asociado rara vez excede en Francia de 3 francos al año.

Una ley especial define en la nación vecina el objeto de los sindicatos y da reglas para su creación y funcionamiento. Según esta ley, pueden entrar en un sindicato todos los propietarios que exploten ó no sus tierras, los arrendatarios, los colonos, todos los obreros agrícolas, pastores, etc.; las profesiones anejas, como los veterinarios, profesores de agricultura, constructores de máquinas agrícolas, vendedores de abonos, guarnicioneros y carreteros, herradores, y todos sin distinción de edad, sexo y nacionalidad.

Los sindicatos gozan de la mayor libertad. No están sometidos á la tutela administrativa; pueden adquirir, prestar, tomar prestado, litigar, etc., sin autorización especial. Pueden comprar inmuebles para su uso personal (almacenes, lugares de reunión, etc.), pero no para explotarlos. Su patrimonio está constituido por las cuotas de los asociados, por los donativos y legados, que tienen derecho á recibir sin autorización previa del Gobierno, por las subvenciones, etc. Existen sindicatos ricos que han establecido grandes almacenes de abonos, aceptado de los proveedores la solidaridad de los pagos y que se encargan gratuitamente de los análisis.

Los sindicatos pueden, por medio de su presidente, conducirse en los tribunales como un particular, intentar y sostener procesos sin autorización previa de la Administración.

Deben evitar cuidadosamente todo acto comercial susceptible de procurar beneficios y de enriquecer á los adheridos. No deben perseguir idea alguna de lucro en sus operaciones; les está prohibido especular con la diferencia entre el precio de compra y el de reventa de las mercancías y distribuir ningún dividendo á los asociados; las cuotas ó las comisiones no pueden servir más que para cubrir los gastos generales; el excedente constituye el fondo de reserva. La ley vigila severamente para castigar todo acto puramente comercial.

Los sindicatos no están sujetos á impuesto alguno, porque como compran para consumir, no ejecutan acto de comercio; la intención de una reventa ventajosa es indispensable para imprimir á la compra carácter comercial.

*Relaciones de los sindicatos con los abastecedores.*—Veamos ahora cómo se conducen los sindicatos respecto de los proveedores, es decir, cómo compran los abonos.

Generalmente es por medio de la adjudicación cómo proceden los sindicatos para establecer la competencia entre un gran número de casas, reservándose el derecho de excluir las que no ofrezcan, desde el punto de vista moral y económico, las garantías deseadas.

Ciertos sindicatos no se comprometen á comprar cantidad determinada; esta cláusula aleja con frecuencia á los abastecedores. Es más equitativo hacer las adjudicaciones por cantidades cerradas, fijando un *mínimum* y un *máximum*, ó bien reservándose el derecho de aumentar el suministro en  $1/10$ ,  $1/5$  ó  $1/4$ . Para llegar á este resultado apetecido conviene reunir lo más pronto posible todos los pedidos de los asociados, á fin de poder fijar la importancia del suministro.

Los precios pedidos á los abastecedores se aplican casi siempre á las mercancías puestas, franco de porte y de embalaje, en la estación de los destinatarios, y conforme á una escala variable según la importancia de los pedidos. Así se fija un precio para los pedidos de 5.000 kilogramos y otro para los pedidos menores; este último es aumentado ordinariamente en 50 á 75 céntimos por 100 kilogramos, para cubrir los gastos de transporte y los gastos generales, que gravan más fuertemente los pequeños pedidos que los grandes. Ciertos sindicatos agrupan los pedidos de manera que se puedan expedir siempre por vagones completos, dando así á los pequeños compradores reunidos en colectividad las mismas ventajas que á los compradores en grande: reducción de precios, disminución de gastos de transporte y rapidez en el envío. Un agente designado por el sindicato hace en la estación de llegada el reparto entre los destinatarios.

Muchos sindicatos establecen en los principales puntos de su jurisdicción depósitos, que prestan grandes servicios. Los pedidos por vagones completos se remiten directamente á los destinatarios; el depósito, aprovisionado con anticipación, suministra los pedidos de los pequeños agricultores, haciendo directamente el envío ó bien la reexpedición de los abonos. Este sistema excelente simplifica las transacciones y su generalización contribuye considerablemente al ingreso de nuevos asociados y á la extensión de los sindicatos.

Para la remisión de los pedidos se impone á los abastecedores un plazo de diez, quince ó veinte días, á contar desde el de la

recepción de las notas de pedido, y se fija con anticipación la cifra de la indemnización que han de satisfacer por los retrasos. Para evitar estos retrasos, siempre perjudiciales, se debe procurar que los pedidos de los asociados estén centralizados y transmitidos á los abastecedores desde el comienzo de la estación, á fin de evitar las pérdidas de tiempo ocasionadas por las aglomeraciones que se producen en los almacenes y en las estaciones.

En el momento de la llegada de los abonos se extraen las muestras y se analizan para comprobar si la riqueza anunciada es exacta. Cuando se trata de envíos importantes conviene hacer el mayor número posible de análisis y se adopta la media de los resultados; en caso de desacuerdo, se procede á un análisis de avenencia verificado por un químico designado con anticipación. Los gastos de análisis corren unas veces á cargo de los sindicatos, otras se cargan á los abastecedores y con frecuencia se reparten entre los dos. Si el análisis no acusa la composición garantizada, hay derecho á exigir una reducción del precio fijada con anticipación, y hasta la nulidad de la compra.

La garantía no debe referirse únicamente á la composición; conviene que se haga extensiva al grado de finura y de sequedad de los productos.

Las facturas se envían á cada uno de los asociados que han hecho los pedidos, después de comprobadas por el presidente. El cobro se verifica por letras á 30, 60 ó 90 días, con ó sin descuento, pagaderas á domicilio y sin gastos.

Hasta ahora la mayoría de los sindicatos estipulan formalmente que de ningún modo son responsables en caso de insolvencia de los asociados. Desde hace poco tiempo se observa una tendencia hacia el principio de la solidaridad. Esta tendencia es digna de aplauso; no hay necesidad de demostrar que los sindicatos solidarios obtendrán de los abastecedores las condiciones más ventajosas, y que serán más solicitados por las grandes casas, porque éstas se hallan á cubierto de toda falta de pago, pues no tendrán que entenderse, para el envío de los pedidos, más que con el presidente ó el tesorero, contra los cuales girarán, al contado, con descuento, ó á plazo. La oficina central se encarga después de la cobranza individual. En el caso de que existan depósitos, el depositario recibe el giro y verifica la cobranza de su distrito.

Los organizadores del sindicato estudiarán profundamente y establecerán de una manera precisa y equitativa las relaciones del sindicato con los abastecedores. Su redacción deberá estar inspirada en un espíritu de lealtad, de confianza y de conciliación, á fin de no alejar las casas importantes, por la inclusión de cláusulas de desconfianza ó de rigor excesivos.

*Funcionamiento de los sindicatos.*—Gran número de sindicatos funcionan en Francia de la manera más satisfactoria; pero no hay que ocultar, dicen Müntz y Girard, que muchas mejoras pueden todavía introducirse. Uno de los mayores inconvenientes es el gran número de estas asociaciones, cuya cifra llega casi á mil. Algunos departamentos cuentan hasta 24 y 28. Este esparcimiento de fuerzas es perjudicial, en lo que concierne á la adquisición de los abonos; no es á multiplicar el número de los sindicatos á lo que deben dirigirse los esfuerzos, sino más bien á reforzar su potencia mediante una cohesión mayor.

Hay en Francia sindicatos de cantón, de distrito y de departamento; los sindicatos de pequeña extensión pueden ofrecer grandes ventajas para las operaciones de crédito, porque los asociados se conocen entre sí. Pero para las operaciones de compra en común, es más ventajoso que el sindicato comprenda gran número de asociados, porque las condiciones que se obtengan de los vendedores serán tanto mejores cuanto más considerables sean los pedidos; porque los transportes podrán efectuarse por cargamentos completos y serán menos costosos; porque la importancia de las operaciones permitirá influir sobre el mercado y hasta dirigirse á las fuentes de producción; porque, en fin, disponiendo de mayores recursos, el sindicato podrá satisfacer los gastos de una organización más completa (depósitos de abonos, oficinas de noticias y consultas, publicaciones periódicas), que prestará grandes servicios á cada uno de los asociados. Así es como han procedido los sindicatos que han obtenido los mejores resultados.

Para facilitar la administración de los sindicatos departamentales, para que sus noticias sean más precisas y sus relaciones con los asociados más frecuentes y más particulares, se establece en los cantones y en los centros importantes, juntas ó subcomités, que funcionan como mandatarios de la oficina ó comité central, bajo su dependencia. Para que todos los intereses estén re-

presentados, se establecerá al lado del comité ú oficina central una cámara sindical, especie de comisión consultiva, formada por un representante de cada distrito ó de cada cantón.

La multiplicación al infinito de los sindicatos nos parece que es ir en contra del espíritu de esta institución; á conseguir su fusión deben dirigirse los partidarios del progreso agrícola.

Pero no hay que olvidarlo: los sindicatos valen principalmente por el valor de los hombres consagrados á esta institución, y que, por su energía y competencia, han dirigido por un camino fecundo las fuerzas puestas á su disposición. Estos hombres no existen en todas partes, y su ausencia se deja vivamente sentir en muchas comarcas.

En los sindicatos que han tenido la fortuna de contar con hombres de estas condiciones se observa que las operaciones de compra se hacen del modo más ventajoso; además, estos hombres instruídos y devotos de la agricultura ayudan á los agricultores con sus consejos, les guían en sus tentativas y les conducen al cultivo más racional y provechoso. En estas condiciones el cultivador no solamente halla en el sindicato un remedio al fraude de los abonos y á la exageración de su precio, sino que también encuentra indicaciones acerca de la mejor utilización de las materias que emplea. En muchos sindicatos los asociados reciben un cuestionario, en el que anotan sus observaciones, las cuales sirven de base para proporcionarles después datos generales acerca de la calidad y la cantidad de los abonos que deben emplear. Estos sindicatos establecen con frecuencia campos de experiencias y hacen analizar las tierras, á fin de tener en los consejos que dan á los asociados una base de apreciación más cierta.

Diremos, para terminar, que los sindicatos pueden extender y afirmar su influencia mediante su unión. Las uniones de los sindicatos no tienen en Francia personalidad civil y no pueden verificar ninguna operación de compra ó de venta; pero tienen el derecho de discutir las cuestiones de interés económico, comercial y agrícola; los sindicatos de una región, agrupándose, pueden por consiguiente establecer entre ellos inteligencias sobre la manera de concertar las compras y concertarse para las cuestiones de interés común.

Los Sindicatos derriegos y las Cámaras Agrícolas podrían ser-

vir de base en España para la constitución de los sindicatos dedicados á la compra de abonos.

Las Diputaciones provinciales y los Ayuntamientos pueden en nuestro país, en tanto no se constituyan los sindicatos, contribuir á resolver el importante problema de la aplicación económica de los abonos minerales. La Escuela práctica de Agricultura (*Granja-modelo*), que con provechosos resultados para los intereses agrícolas de la región sostiene á sus expensas la provincia de Álava, y que depende, como es consiguiente, de la Diputación provincial alavesa, adquiere con toda clase de garantías las primeras materias para preparar las mezclas de abonos minerales, y después de preparadas con arreglo á fórmulas establecidas por su inteligente director D. Victoriano Odriozola, las vende, sin la menor idea de lucro, á los agricultores alaveses. Así evita á éstos el que sean engañados. Este procedimiento que emplea la Diputación provincial de Álava, siempre celosa de los intereses agrícolas de sus administrados, debe ser imitado por otras corporaciones de nuestro país.

## II.—Los abonos y las teorías.

Estudiados los abonos más importantes, debemos, para completar nuestro trabajo, dar á conocer las diversas opiniones que se han emitido acerca de cuáles son las sustancias que se deben emplear de preferencia para mantener la fertilidad de las tierras de cultivo. Estas opiniones, que son consecuencia de las teorías que han predominado en la ciencia agronómica relativas á la nutrición de la planta, pueden en definitiva reducirse á tres: 1.<sup>a</sup> La de los partidarios de la *teoría del humus*, que sostienen la posibilidad y la conveniencia de conservar la fertilidad del suelo con el empleo exclusivo del estiércol; 2.<sup>a</sup> La de los que, extremando las consecuencias de la *teoría mineral*, recomiendan el empleo exclusivo de los abonos minerales como único medio de mantener la fertilidad de las tierras labrantías (*escuela de los abonos químicos*), y 3.<sup>a</sup> La *ecléctica*, defendida por los que sin dejar de reconocer la verdad é importancia de la teoría mineral y la insuficiencia del estiércol para sostener la fertilidad del suelo, creen conveniente el empleo del estiércol, pero adicionándole en

presentados, se establecerá al lado del comité ú oficina central una cámara sindical, especie de comisión consultiva, formada por un representante de cada distrito ó de cada cantón.

La multiplicación al infinito de los sindicatos nos parece que es ir en contra del espíritu de esta institución; á conseguir su fusión deben dirigirse los partidarios del progreso agrícola.

Pero no hay que olvidarlo: los sindicatos valen principalmente por el valor de los hombres consagrados á esta institución, y que, por su energía y competencia, han dirigido por un camino fecundo las fuerzas puestas á su disposición. Estos hombres no existen en todas partes, y su ausencia se deja vivamente sentir en muchas comarcas.

En los sindicatos que han tenido la fortuna de contar con hombres de estas condiciones se observa que las operaciones de compra se hacen del modo más ventajoso; además, estos hombres instruídos y devotos de la agricultura ayudan á los agricultores con sus consejos, les guían en sus tentativas y les conducen al cultivo más racional y provechoso. En estas condiciones el cultivador no solamente halla en el sindicato un remedio al fraude de los abonos y á la exageración de su precio, sino que también encuentra indicaciones acerca de la mejor utilización de las materias que emplea. En muchos sindicatos los asociados reciben un cuestionario, en el que anotan sus observaciones, las cuales sirven de base para proporcionarles después datos generales acerca de la calidad y la cantidad de los abonos que deben emplear. Estos sindicatos establecen con frecuencia campos de experiencias y hacen analizar las tierras, á fin de tener en los consejos que dan á los asociados una base de apreciación más cierta.

Diremos, para terminar, que los sindicatos pueden extender y afirmar su influencia mediante su unión. Las uniones de los sindicatos no tienen en Francia personalidad civil y no pueden verificar ninguna operación de compra ó de venta; pero tienen el derecho de discutir las cuestiones de interés económico, comercial y agrícola; los sindicatos de una región, agrupándose, pueden por consiguiente establecer entre ellos inteligencias sobre la manera de concertar las compras y concertarse para las cuestiones de interés común.

Los Sindicatos derriegos y las Cámaras Agrícolas podrían ser-

vir de base en España para la constitución de los sindicatos dedicados á la compra de abonos.

Las Diputaciones provinciales y los Ayuntamientos pueden en nuestro país, en tanto no se constituyan los sindicatos, contribuir á resolver el importante problema de la aplicación económica de los abonos minerales. La Escuela práctica de Agricultura (*Granja-modelo*), que con provechosos resultados para los intereses agrícolas de la región sostiene á sus expensas la provincia de Álava, y que depende, como es consiguiente, de la Diputación provincial alavesa, adquiere con toda clase de garantías las primeras materias para preparar las mezclas de abonos minerales, y después de preparadas con arreglo á fórmulas establecidas por su inteligente director D. Victoriano Odriozola, las vende, sin la menor idea de lucro, á los agricultores alaveses. Así evita á éstos el que sean engañados. Este procedimiento que emplea la Diputación provincial de Álava, siempre celosa de los intereses agrícolas de sus administrados, debe ser imitado por otras corporaciones de nuestro país.

## II.—Los abonos y las teorías.

Estudiados los abonos más importantes, debemos, para completar nuestro trabajo, dar á conocer las diversas opiniones que se han emitido acerca de cuáles son las sustancias que se deben emplear de preferencia para mantener la fertilidad de las tierras de cultivo. Estas opiniones, que son consecuencia de las teorías que han predominado en la ciencia agronómica relativas á la nutrición de la planta, pueden en definitiva reducirse á tres: 1.<sup>a</sup> La de los partidarios de la *teoría del humus*, que sostienen la posibilidad y la conveniencia de conservar la fertilidad del suelo con el empleo exclusivo del estiércol; 2.<sup>a</sup> La de los que, extremando las consecuencias de la *teoría mineral*, recomiendan el empleo exclusivo de los abonos minerales como único medio de mantener la fertilidad de las tierras labrantías (*escuela de los abonos químicos*), y 3.<sup>a</sup> La *ecléctica*, defendida por los que sin dejar de reconocer la verdad é importancia de la teoría mineral y la insuficiencia del estiércol para sostener la fertilidad del suelo, creen conveniente el empleo del estiércol, pero adicionándole en

calidad de abonos complementarios las materias minerales.

Veamos cuál de estas opiniones es la más aceptable en el estado actual de la agricultura.

**Los abonos en sus relaciones con la teoría del humus y la teoría mineral.**—Hasta mediados del presente siglo imperó por completo en agricultura la *teoría del humus*. Según esta teoría, se consideraba al *humus*, es decir, á la sustancia negruzca que constituye parte del *mantillo* resultante de la descomposición de los vegetales en el suelo, como el elemento fertilizador por excelencia; se creía que la *materia orgánica* del suelo *servía directamente de alimento á las plantas*, y se regulaba la fertilidad de las tierras por la cantidad de humus ó sustancias orgánicas que contenían. En esta doctrina se prescindía por completo de las materias minerales (potasa, cal, ácido fosfórico, etc.) que las plantas toman del suelo, las cuales se creía que se encuentran accidentalmente y por casualidad formando parte de los vegetales. De estas hipótesis se deducían las siguientes consecuencias: los principios minerales son inútiles para la planta; las únicas materias que hay que devolver al suelo para conservar su fertilidad son las sustancias orgánicas. El valor de los abonos dependía, pues, según esta teoría, de su riqueza en materia orgánica; el estiércol era el abono por excelencia. La aplicación de esta doctrina á la práctica condujo, como no podía menos, al empobrecimiento del suelo, pues el estiércol, cuyo valor fertilizante reside principalmente en el nitrógeno que contiene, no restituye los principios minerales extraídos por las cosechas.

La errónea teoría del humus y sus desastrosas consecuencias fueron aceptadas unánimemente hasta 1840, en que Liebig formuló la notable *teoría mineral* de la alimentación de la planta. Afirmó Liebig en la nueva doctrina que *los alimentos de las plantas son exclusivamente de origen mineral*, así el agua y el ácido carbónico como los elementos que se hallan en las cenizas, y que la materia orgánica no sirve directamente de alimento á la planta, sino que tiene que descomponerse en combinaciones binarias (agua, ácido carbónico, amoníaco) si ha de contribuir á la nutrición del vegetal. De estas premisas dedujo Liebig la *ley de la restitución*; según esta ley, hay absoluta necesidad de devolver al suelo, en forma de abonos apropiados, los elementos minerales que las cosechas extraen de la tierra, si se quiere mantener su

fertilidad, y, por consiguiente, obtener rendimientos de las plantas que se cultivan.

Estableció igualmente Liebig que, puesto que la materia orgánica no sirve directamente de alimento á la planta sino indirectamente por el producto de su descomposición, puede reemplazarse útilmente el estiércol, para devolver á las tierras las materias minerales extraídas por las cosechas, por las sustancias minerales que contengan los mismos principios á que da lugar el estiércol cuando se descompone en el suelo; lo importante en agricultura, dice Liebig, es devolver siempre á la tierra por completo, no importa bajo qué forma, todo lo que se le ha quitado por las cosechas, teniendo en cuenta para esto las necesidades de cada especie vegetal en particular. Consecuencia de este principio fué el empleo, cada vez más creciente, de los abonos minerales (sales de potasa y de amoníaco, nitratos y fosfatos) y la preparación de toda clase de abonos artificiales que contuvieran en mayor proporción que los estiércoles los elementos fertilizantes que más escasean en las tierras de cultivo.

**Azoístas y alcalinistas.**—A consecuencia del largo predominio de la teoría del humus, y no obstante los notables trabajos de Liebig acerca de la necesidad de devolver al suelo las materias minerales contenidas en las cenizas, muchos agrónomos atribuyeron durante mucho tiempo exclusivamente al nitrógeno todos los buenos efectos de los abonos; y juzgaban del valor de una materia fertilizante por su riqueza en dicho elemento, considerando, por tanto, mejores los abonos que contenían mayor proporción de materias animales ú otras muy nitrogenadas. Al frente de los que así opinaban se colocó el eminente químico francés M. Boussingault.

Los partidarios de la teoría mineral, extremando las consecuencias de esta doctrina, sostenían, por el contrario, que para devolver al suelo lo que las cosechas han extraído, sólo había necesidad de restituirle las sustancias minerales contenidas en las cenizas de los vegetales, pues los elementos orgánicos los toman las plantas principalmente de la atmósfera; y que, por consiguiente, únicamente ofrecen interés en los abonos las sustancias salinas (sales alcalinas y fosfatos).

Esta diversidad de opiniones entre los partidarios de Liebig, que concedían excepcional preferencia á las materias minerales

en la composición de los abonos, y los que como Boussingault daban exclusiva importancia al nitrógeno, dió lugar á una controversia, largo tiempo continuada y beneficiosa para la agricultura por la luz que ha arrojado sobre hechos antes no explicados, entre los defensores de ambas escuelas, llamadas respectivamente *alcalinista ó alemana* la de Liebig, y *azotista ó francesa* la de Boussingault.

En general, dice Pierre, cuando opiniones tan diametralmente opuestas son profesadas por hombres eminentes, es muy raro que se esté lejos de la verdad adoptando una opinión intermedia entre estas opiniones extremas. La verdad aquí, como en muchas cosas, dice Grandeau en sus *estudios agronómicos* de 1885 86, está en el término medio; la asociación de las dos doctrinas, desde el punto de vista de la explicación de las causas de la fertilidad de las tierras, da cuenta de todos los hechos culturales.

La escuela *azotista* modificó sus opiniones cuando se comenzó á emplear como abono el negro animal, residuo de las fábricas de azúcar. Bien pronto se demostró que en el empleo de esta sustancia el nitrógeno no jugaba gran papel. Boussingault modificó entonces sus tablas de equivalentes de los abonos, dando lugar á otras basadas en el nitrógeno y el fosfato de cal contenido en las sustancias fertilizantes, creando así otra doctrina agronómica, denominada *Reino del nitrógeno unido al ácido fosfórico*, según la cual los mejores abonos son los que contienen en las proporciones convenientes los fosfatos y las materias nitrogenadas.

**Ley de la restitución mineral.**—Numerosas investigaciones y experiencias provocadas por la teoría mineral de Liebig, y que han confirmado en su parte esencial la doctrina mineral, aunque han modificado en ciertos puntos las ideas del ilustre químico, han conseguido poner de acuerdo las opiniones en lo que se refiere á las sustancias que se debe restituir al suelo para conservar su fertilidad, ó lo que es igual, á las sustancias á que deben los abonos su poder fertilizante.

Estas recientes investigaciones han permitido determinar la naturaleza de los elementos nutritivos de las plantas, es decir, las sustancias que sirven de alimento á los vegetales, conocimiento que sirve de base al empleo racional de los abonos: en el capítulo primero hemos indicado cuáles son estas sustancias. Las mo-

dernas experiencias provocadas por la teoría mineral, han demostrado también que todos los elementos que constituyen el alimento completo de la planta son indispensables para la nutrición del vegetal, pero que considerados como abonos el valor de estos elementos nutritivos es muy diferente. De la mayor parte de ellos no tiene para qué preocuparse el agricultor, pues la planta los encuentra en abundancia en el aire ó en el suelo, mientras que otros le interesan extraordinariamente, porque se hallan en escasa cantidad en las tierras de cultivo. Las sustancias de que debe preocuparse el agricultor para conservar la fertilidad del suelo, los elementos que más escasean en las tierras y que deben contener los abonos, son principalmente el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal. De modo que, según estas recientes experiencias, el poder fertilizante de los abonos depende, por una parte, de las materias minerales de las cenizas, como sostenía Liebig, y, por otra, del nitrógeno, como opinaba Boussingault.

Resulta, por consiguiente, que la doctrina de Liebig demostrando la necesidad de devolver al suelo las materias minerales contenidas en las cenizas; los estudios de Boussingault, en Francia, y de Lawes, en Inglaterra, que prueban la necesidad de restituir otro principio de origen orgánico, el nitrógeno, y los trabajos verificados posteriormente por distinguidos agrónomos han permitido establecer definitivamente la *ley de la restitución mineral*, según la cual, para restituir al suelo lo que las diferentes cosechas han extraído, es necesario devolverle no solamente los álcalis y el fósforo, que se hallan en las cenizas en forma de potasa, de cal y de ácido fosfórico, sino también el nitrógeno combinado, en forma de amoníaco, ó de ácido nítrico. El abono completo, aunque las proporciones varíen según la naturaleza de las plantas, debe contener, pues, estos cuatro términos: *nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y cal*. Tal es el principio de la restitución mineral en que descansa toda la ciencia del agricultor. El arte de variar estos cuatro términos, según las necesidades del suelo y de la planta, constituye hoy el objeto de la química agrícola.

**Insuficiencia del estiércol.**—El estiércol, que, por efecto de la influencia de la teoría del humus, ha sido hasta hace poco para el agricultor el único medio de conservar la fertilidad del suelo, no contiene por lo general el ácido fosfórico, la potasa, la cal y el nitrógeno en la proporción que las plantas nece-

sitan, y no repara, por consiguiente, en realidad las pérdidas que de estos elementos sufren las tierras por el cultivo sucesivo.

En 100 kilogramos de estiércol, dice Ville, hay 80 kilogramos de agua, es decir, 80 kilogramos de materia inerte y sin valor como abono; por consiguiente, 100 partes de estiércol no contienen en realidad más que 20 partes de materia seca. De estas 20 partes, 13 están representadas por el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, sustancias que no hay necesidad de dar á la planta, pues el aire y el agua se las proporcionan en abundancia. La fracción eficaz del estiércol queda, pues, reducida á 7 por 100. De estas 7 partes, 5 y 1/2 representan los minerales de que están saturadas hasta las tierras más pobres. Queda, pues, como fórmula final del valor fertilizante de 100 kilogramos de estiércol, 1.600 gramos, que se descomponen de la manera siguiente:

Ácido fosfórico.....	130 gramos.
Potasa.....	490 "
Cal.....	550 "
Nitrogeno.....	450 "

lo que pone de manifiesto las proporciones verdaderamente mínúsculas en que se encuentran en el estiércol los cuatro términos del abono completo.

Por otra parte, continuamente se extraen de las tierras productos agrícolas que, exportados directamente ó transformados en productos animales, llevan fuera del terreno valiosos elementos de fertilidad que el estiércol es incapaz de restituir, y mucho más dada la proporción exigua con que se produce este abono relativamente á la extensión cultivada. El estiércol es, pues, fatalmente un abono insuficiente, porque no restituye más que una parte de los elementos fertilizantes; el resto es sustraído y exportado con las cosechas.

Además, para producir estiércol hace falta ganado y forraje con que alimentarlo. Forzoso será, pues, convertir en pradera una parte del dominio cultivable. Esta parte de la explotación no ganará nada; el capital representado por los ganados y por la pradera será un capital muerto.

Aunque se siga el sistema de *rotación trienal*, última palabra de los procedimientos antiguos, este sistema relativamente superior entraña un vicio radical.

Si la explotación ha de bastarse á sí misma, debe aceptar y sufrir, en una desastrosa proporción, el mal necesario de la cría de ganados y de la producción de forrajes; será necesario anexionar al cultivo una superficie igual de pradera. Á un cultivo de 100 hectáreas habrá que dar como sostén, como almacén de aprovisionamiento, 100 hectáreas de pradera si se quiere tener el estiércol necesario para no esquilmar el suelo. Obligación funesta, pues es sabido que la pradera y el ganado son, en estas condiciones, verdaderas cargas, y que con el estiércol sólo no se puede obtener más que débiles cosechas.

Aun en las regiones donde la producción del estiércol es corriente y fácil, se llega siempre á la conclusión fatal y desesperante de que la producción del trigo está limitada por la cantidad disponible de estiércol, pues el abono, sea cualquiera la forma en que se presente, es siempre la materia primera, el elemento esencial de las cosechas. Imposible será hacer producir á la tierra, sea cualquiera la habilidad, la paciencia y la energía que se empleen, más de 14 á 15 hectolitros de trigo por hectárea, porque la tierra no devuelve más de lo que se le ha adelantado, y la cantidad de estiércol que se puede aplicar por año y por hectárea, aun con la rotación trienal mejor practicada, no excede de 6.000 kilogramos en el caso de las 100 hectáreas dedicadas á pradera; 6.000 kilogramos de estiércol equivalen á 14 ó 16 hectolitros de trigo, como *n* kilogramos de harina equivalen á *n* kilogramos de pan. Esto es matemático, irrefutable, absoluto.

Cuando no se emplea más que el estiércol como agente de fertilidad, la cantidad de que se dispone, hágase lo que se quiera, es insuficiente para obtener grandes rendimientos, los productos son limitados y las utilidades precarias, y por lo mismo más eventuales.

El agricultor no es dueño de producir estiércol en la cantidad que quiera. La cantidad de estiércol de que se dispone en una explotación rural depende de su organización, del número de animales que se crían como consecuencia de la superficie dedicada á pradera, y finalmente del capital flotante que se posee.

El estiércol común es, pues, en la mayor parte de los casos insuficiente para conservar la fertilidad de las tierras, y mucho más para alcanzar un grado máximo de fertilidad y obtener el máximo de rendimiento, que es el fin que persigue la agricultura moderna. La opinión de mantener la fertilidad del suelo con el

empleo exclusivo del estiércol no es, por consiguiente, aceptable en la agricultura racional.

No siendo suficiente el estiércol, que es el abono más generalmente usado, para restituir al suelo los elementos fertilizantes sustraídos por las cosechas, será necesario sustituirlo por el empleo exclusivo de los abonos minerales, ó si se quiere continuar empleando el estiércol habrá que adicionarle, en concepto de abonos complementarios, ciertos compuestos minerales. Debemos examinar estos dos procedimientos de conservar la fertilidad de las tierras.

**La escuela de los abonos químicos.**—La propagación de la teoría de la alimentación mineral, por una parte, la insuficiencia del estiércol y los buenos resultados del empleo de los abonos minerales, por otra, fueron causa de que algunos ardientes partidarios de la doctrina mineral sostuvieran con empeño la ventaja de los abonos industriales sobre los estiércoles, no faltando quien, al revés de lo que ocurría cuando se consideraba el estiércol como el único medio de mantener la fertilidad del suelo, intenté proscribirlo del todo ó, por lo menos, sostener la fertilidad de las tierras y obtener indefinidamente cosechas remuneradoras empleando exclusivamente las materias minerales. Tal sucede con la escuela de los abonos químicos, defendida muy especialmente por el notable químico y agrónomo francés M. Georges Ville, que abandona el estiércol por insuficiente y recomienda el empleo de los abonos minerales para fertilizar la tierra. Si esta teoría puede ser sostenida desde el punto de vista científico, no sucede lo mismo económicamente considerada, y aunque se aleguen en su apoyo experiencias al parecer convincentes, parece ser tan exagerada como la de los que rechazan en absoluto el empleo de tales abonos, por creerlos innecesarios ó perjudiciales.

Sin embargo, aunque en el estado actual de la agricultura no creemos recomendable el empleo exclusivo de los abonos minerales, entraña tal importancia para lo porvenir la doctrina de los abonos químicos, que estimamos conveniente exponerla á continuación, aun á riesgo de repetir conceptos ya emitidos.

**Composición de los vegetales.**—Comienza Ville la exposición de su doctrina determinando la composición de los vegetales, para deducir las sustancias que constituyen el alimento completo de la planta.

Los vegetales, dice Ville, se componen de catorce elementos: cuatro orgánicos, que se volatilizan cuando la planta se quema (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno), y diez minerales que quedan en las cenizas (fósforo, azufre, silicio, cloro, potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro y manganeso).

Sabiendo de qué están hechas las plantas, dice Ville, debemos poder fabricarlas á voluntad. Basta poner á disposición de los vegetales, en forma asimilable, los catorce elementos que constituyen su trama primordial, y dejar obrar las fuerzas cósmicas.

**El abono completo.**—En realidad no hay necesidad de suministrar á la planta los catorce factores que entran en la composición del individuo vegetal. La naturaleza se encarga, como vamos á ver, de proporcionar la mayor parte de los elementos nutritivos.

De los cuatro elementos orgánicos, tres (el carbono, el hidrógeno y el oxígeno) son proporcionados abundantemente por el aire y el agua. Entre los diez elementos minerales, hay siete (el azufre, el cloro, el silicio, el sodio, el magnesio, el hierro y el manganeso) de que se hallan provistas en abundancia las peores tierras de cultivo. Por consiguiente, de los catorce elementos que constituyen la sustancia de los vegetales, sólo debe preocuparse el agricultor de cuatro (el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal) para entretener y aumentar la fertilidad del suelo. La reunión del nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal, constituyen el abono que Ville fué el primero que denominó completo, porque asociando en dosis convenientes estas cuatro sustancias fertilizantes se puede satisfacer todas las exigencias de la vegetación.

Estas conclusiones formuladas por Ville en sus célebres conferencias de Vincennes, han sido comprobadas por sus bellas y elegantes experiencias, según las cuales con el auxilio de los diez minerales y de una materia nitrogenada se puede obtener en la arena calcinada, completamente infértil, una vegetación tan próspera como en las más fértiles tierras de aluvión. Resulta igualmente de estas originales experiencias que en cualquier tierra natural se obtiene el mismo resultado con el empleo de una materia nitrogenada y de tres minerales solamente, el fosfato de cal, la potasa y la cal. Lo que prueba que con los cuatro términos del abono completo se puede satisfacer todas las necesidades del cultivo.

*Principio de las fuerzas colectivas.*—Si Ville ha demostrado experimentalmente que en las tierras naturales se puede suprimir sin inconveniente tres de los cuatro elementos orgánicos y siete de los diez minerales del abono absoluto, también ha probado que la supresión de uno cualquiera de los cuatro términos necesarios, *nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y cal*, hace ineficaces á los otros tres. Es decir, que la acción bienhechora de los cuatro términos del abono completo no se manifiesta más que á condición de que los cuatro estén asociados en proporciones convenientes. La reunión de los cuatro términos del abono completo es indispensable para obtener una vegetación floreciente; la ausencia ó escasez de uno sólo de estos elementos determina la esterilidad del suelo.

La expresión de esta solidaridad tan estrecha que existe entre los cuatro factores de la fertilidad ha recibido el nombre de *principio de las fuerzas colectivas*. En este principio se funda el método del *análisis del suelo por la planta*, de que más tarde hablaremos, y que enseña á variar los cuatro términos del abono completo según la constitución del terreno.

*Teoría de los dominantes.*—No solamente con la naturaleza y el estado del suelo deben variar la composición y la dosis del abono, sino también según la especie vegetal cultivada. Esta segunda circunstancia tiene, según Ville, infinitamente más importancia que la primera, y puede decirse que constituye el nudo ó el corazón de la doctrina de los abonos químicos.

Si todas las plantas exigen imperiosamente el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la sal, no es con el mismo rigor, ni en la misma cantidad, ni en iguales proporciones. Cada una de ellas, por el contrario, tiene sus gustos especiales, sus idiosincrasias, sus preferencias. Para demostrarlo, basta cultivar el trigo en cuatro parcelas de tierra paralelas. Aplicando á la primera el abono completo, se obtendrá una excelente cosecha. Si se fuerza en la segunda la dosis de fosfato de cal, la cosecha no aumentará, pero tampoco habrá disminuído. Si en la tercera se aumenta la dosis de potasa, el resultado será idéntico. Pero si se aumenta en la cuarta la dosis de nitrógeno, no sucederá lo mismo, la cosecha crecerá en una proporción inesperada.

Con un abono completo que contenga 40 kilogramos de nitrógeno, se conseguirán 20 hectolitros de trigo por hectárea. Con

80 kilogramos de nitrógeno, se obtendrán 35 ó 40. Es porque el trigo tiene sobre todo necesidad de nitrógeno; en la vida del trigo, el nitrógeno es el factor predominante, el agente regulador.

Si se aplica el mismo procedimiento de experimentación á la patata, se obtendrán resultados análogos, con la diferencia de que el papel desempeñado por el nitrógeno con respecto al trigo pasa, en lo concerniente á la patata, á la potasa.

Con el maíz ó con la caña de azúcar será el ácido fosfórico el término del abono completo que adquirirá el predominio.

En otros términos, cada uno de los cuatro factores, igualmente necesarios, del abono completo, desempeña, respecto de los otros tres, una función alternativamente predominante ó subordinada, según la naturaleza de los vegetales que se cultivan. Con respecto al trigo, á la colza y á la remolacha, es la materia nitrogenada el elemento cuya función predomina; para la patata, la alfalfa, los guisantes y las judías, la materia nitrogenada no ofrece ya sino una importancia secundaria, y el predominio de que acabamos de hablar pasa á la potasa; y pertenece al fosfato de cal para el maíz, la caña de azúcar, los nabos, rábanos y colinabos. Hay, pues, para cada naturaleza de plantas un elemento cuya influencia supera á la de los otros tres, y que por este motivo se llama el *dominante* de esta planta.

Aplicando esta noción de los dominantes puede darse á cada planta, con los abonos químicos, el elemento que más influencia ejerce sobre la cosecha, lo que ofrece la doble ventaja de reducir el gasto llevando el rendimiento al límite más elevado. Esta aplicación es imposible cuando se emplea exclusivamente el estiércol, porque la composición de este abono es invariable y no permite repartir los diferentes elementos fertilizantes ni proporcionar las dosis según las exigencias de las especies vegetales.

Si se aplica el estiércol á una viña, por ejemplo, que tiene necesidad de potasa, pues la potasa es el dominante de la vid, no se adelantará gran cosa, porque el estiércol contiene muy poca potasa. Triplicando, cuadruplicando, etc., la cantidad de estiércol se aumentará la dosis de potasa; pero se habrá aumentado también proporcionalmente la dosis de fosfato y de cal, de que la vid no tiene gran necesidad, y la dosis de nitrógeno, que le es completamente innecesario. De modo que habremos tirado el dinero que representan estos elementos inútiles en este caso.

Formando, en efecto, el estiércol un todo indivisible, se puede con él variar la dosis del abono; pero no se puede variar ni su composición ni las proporciones respectivas de sus elementos constituyentes. Los abonos químicos, por el contrario, permiten concentrar sobre cada cultivo los agentes que le convienen de preferencia. La doctrina de los abonos químicos consiste, pues, esencialmente en el arte de aplicar á la alternativa de los cultivos la alternativa de los abonos, basada en el conocimiento de la composición de las tierras y de los dominantes, y en la calidad y cantidad de los elementos sustraídos por cada cosecha.

Pero, y éste es un punto esencial que no se debe olvidar, los dominantes no manifiestan su acción sino á condición expresa de que el suelo esté provisto, en la medida conveniente, de los otros tres términos del abono completo.

Importa no confundir el *dominante*, es decir, el elemento de restitución que juega el principal papel en la nutrición y desenvolvimiento del vegetal, con las sustancias que se hallan en cantidad predominante en las cenizas de la planta. Así, la potasa, que predomina en las cenizas de la remolacha, desempeña, sin embargo, un papel secundario en la nutrición de esta planta relativamente al ácido fosfórico y al nitrógeno. Si la remolacha exige tanta potasa es, sin duda, para neutralizar sus ácidos vegetales; la prueba es que la magnesia puede sustituirla parcialmente átomo por átomo.

De lo expuesto se deduce que para obtener del abono completo los mayores rendimientos, es necesario determinar desde luego cuál es el dominante de cada vegetal en particular, á fin de emplear el abono en consecuencia, es decir, á fin de reducir todo lo posible la dosis de los elementos subordinados y reforzar, por el contrario, la proporción del elemento predominante, según la planta que se cultive. La práctica y la teoría han establecido que la composición y el dosado de los abonos deben variar con la naturaleza de las plantas, en armonía con su *dominante*, que es la condición esencial y reguladora de su propia vegetación, y sin la cual los otros elementos no obran ú obran mal. En esto consiste, en la agricultura moderna, el secreto del éxito.

El siguiente *cuadro* indica el dominante señalado por Ville á las principales plantas cultivadas:

## CUADRO DE LOS DOMINANTES

según G. Ville.

### NITRÓGENO

Remolachas, colzas, cáñamo, trigos, cebadas, avenas, centenos y gramíneas de prado.

### POTASA

Leguminosas, patata, lino, vid y tabaco.

### ÁCIDO FOSFÓRICO

Nabos, rábanos, colinabos, maíz, sorgo, mijo, caña de azúcar, pataca, chufa y alforjón.

### CAL

La cal no parece que ejerce acción preponderante bien marcada sobre ninguna planta, pero es necesaria para todas.

Mr. Joulie, en su *Guide pour l'achat et l'emploi des engrais chimiques*, 5.<sup>o</sup> edit., hace las siguientes observaciones á la teoría de los dominantes. La palabra *dominante*, dice Joulie, introducida en la ciencia, en 1864, por Mr. Georges Ville, en sus conferencias en el Campo de experiencias de Vincennes, ha seducido á los cultivadores, que han entrevisto vagamente una idea verdadera y fecunda bajo esta expresión poco gramatical. Los sabios la han acogido, por el contrario, muy friamente, porque la idea nueva que representa no les parece suficientemente precisa.

Mr. Ville había observado, en efecto, que en Vincennes, donde él hacía sus experiencias, las diversas plantas cultivadas no eran igualmente influenciadas por los diversos elementos esenciales de los abonos empleados. El trigo, por ejemplo, era más sensible á la supresión del nitrógeno que las judías que, por su parte, parecían mucho más ávidas de potasa que el trigo. Generalizando demasiado esta observación, Ville enseñaba en sus conferencias que cada uno de los elementos del abono desempeñaba alternativamente un papel predominante ó subordinado, según la planta

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
1625 MONTERREY, MEXICO

para que se empleaba, y llamaba *dominante* de cada planta al elemento que le había parecido que desempeñaba con respecto á ella el papel preponderante. Pero el mismo Ville no ha podido ir muy lejos sin apercibirse de que esta definición carece de rigor, porque insiste en diversos pasajes para establecer que este efecto preponderante no se manifiesta más que en los suelos provistos de los otros elementos. Cuando trata, después, de asignar á cada planta un dominante determinado, vacila y nombra á veces *dos*. Así, para la patata, indica el nitrógeno y la potasa, como puede verse en su obra *La Production végétale*, 2.<sup>a</sup> edit. Señala también la potasa y la cal como dominantes de la alfalfa.

Ville dice bien, que la experiencia debe hacerse en un suelo de *mediana fertilidad*; pero, ¿por qué caracteres se reconoce este estado particular del suelo?

¿Será necesario, pues, por fin de cuenta, renunciar á esta idea seductora de los dominantes y relegarla entre las ilusiones de un espíritu demasiado dispuesto á generalizar los resultados de sus observaciones?

La verdad es que cada planta quiere recibir los elementos que toma del suelo en proporciones determinadas, para alcanzar, en cada una de las fases de su vegetación, la composición tipo que le es propia. Si se designa con el nombre de *dominante*, ó mejor de *elemento dominante*, aquel de los cuatro elementos esenciales que figura en mayor proporción en la composición tipo de cada planta, es evidente que éstas tienen cada una el suyo; pero no podremos conocerle exactamente más que cuando los análisis necesarios para la determinación de la composición tipo de los vegetales hayan sido ejecutados.

No es menos evidente que la multiplicidad de los dominantes quita mucho de su valor al principio mismo de *el dominante*, y que en lugar de preocuparse únicamente del elemento que es absorbido en mayor proporción, es necesario dar un paso más y completar esta noción insuficiente teniendo en cuenta las proporciones en que *todos* los elementos útiles son asimilados, y por consiguiente, las *relaciones tipos* de la composición de los vegetales, deducidas del análisis de las mejores cosechas que se puede obtener.

También Proost, en su *Manuel de Chimie agricole*, dice que cree perjudicial aislar sistemáticamente para todas las plantas la fun-

ción de un elemento nutritivo; por ejemplo, para la remolacha azucarera, donde el ácido fosfórico desempeña, por lo menos, un papel tan importante como el nitrógeno.

*Resumen y conclusiones.*—Para dar á la doctrina de los abonos químicos un carácter de rigor, de precisión y al mismo tiempo de generalidad que la haga aplicable á todos los casos posibles, Mr. Ville formula las siguientes conclusiones:

Se puede cultivar indefinidamente la misma tierra con abonos químicos, y siempre con el mismo éxito, si se satisfacen las dos condiciones siguientes:

1.<sup>a</sup> Devolver á la tierra, por medio de los abonos, más fósforo de cal, más potasa y más cal que lo que las cosechas le han hecho perder.

2.<sup>a</sup> Devolverle próximamente el 50 por 100 del nitrógeno que estas cosechas contienen. Dice *próximamente*, porque esta proporción nada tiene de absoluta, en atención á que hay plantas que exigen menos nitrógeno, y otras hasta pueden vegetar sin que se les proporcione este elemento.

Si Ville recomienda más minerales y menos nitrógeno que lo que extraen las cosechas, es porque opina que una parte del nitrógeno de los vegetales procede del aire y que hay plantas que lo extraen principalmente de este manantial. Ville divide las plantas en dos categorías con relación á las diferentes formas bajo las cuales asimilan el nitrógeno: unas, como las leguminosas, toman el nitrógeno del aire, al estado elemental; mientras que otras, como el trigo, lo absorben de preferencia del suelo, al estado de amoníaco y de nitratos. Las primeras prosperan en tierras desprovistas de nitrógeno, si hallan en el suelo los otros tres elementos del abono completo; las segundas no dan más que productos mezquinos. La cantidad de nitrógeno que hay que devolver al suelo debe variar, por consiguiente, según la planta; esta variación es de 0 á 50. Si se trata de las leguminosas, es 0; si se trata del trigo, es 50 por 100.

Con respecto al fósforo de cal, á la potasa y á la cal, es necesario que la restitución exceda á lo que la tierra ha perdido, porque es exclusivamente del suelo de donde los vegetales toman estas sustancias, y se debe no solamente compensar las pérdidas que cada cosecha determina, sino también prevenir las que resultan de la acción disolvente de las aguas pluviales.

### Objeciones á la doctrina de los abonos químicos.

—Para los que no están del todo conformes con las ideas de Ville, la escuela de los abonos químicos tiene el inconveniente de ser excesivamente exclusiva. Los abonos químicos no son económicos en todas las tierras, dice Lechartier en su *Agriculture théorique et pratique basée sur la chimie agricole*. Así, el abonado de una hectárea de cereales asciende á más de 200 francos; pero, ¿hay seguridad de obtener siempre cosechas en relación con un gasto tan considerable?

En los años secos, dice Larbalétrier en su obra *L'agriculture et la science agronomique*, las sales químicas no pueden ser disueltas en totalidad, la planta no puede asimilarlas y, una vez verificada la recolección, todo un almacén de abonos, bien pagados al fabricante, permanece en el suelo. Vienen después las lluvias de otoño y las nieves del invierno, y los abonos son disueltos y arrastrados á las capas profundas del terreno, generalmente fuera del alcance de las plantas. En los mismos años secos, el estiércol, rico en agua, entretiene una humedad bienhechora en el suelo y entonces, sobre todo por el exceso de agua que contiene y de que Ville le acusa tan amargamente, el estiércol es de una incontestable utilidad.

El rendimiento de una cosecha, añade Larbalétrier, no depende solamente de la dosis y de la naturaleza de los abonos que se le aplican. Depende también de la fertilidad natural del suelo y de los abonos anteriores, de las cualidades físicas de las tierras, de la cantidad de humus que contiene, de la profundidad de las labores y del grado de perfección obtenido en las preparaciones mecánicas del suelo. Como se puede ver en la práctica, un abono químico dará buenos resultados sobre un cultivo en un suelo y dará resultados desfavorables en otro suelo.

Se ha reprochado con razón, dice A. Proost en su *Manuel de Chimie agricole*, á la doctrina de los abonos químicos el no tener en cuenta, en su fórmula demasiado absoluta, las condiciones físicas del suelo, que modifican con frecuencia considerablemente el poder absorbente de las tierras arables para los abonos naturales y artificiales.

Mr. Ville, fundándose en experiencias de vegetación verificadas en el humus artificial ó en el humus privado de sales minerales, ha concluído que esta sustancia, que pasaba antes por el princi-

pio fertilizante por excelencia, no sirve directamente para la nutrición del vegetal y no contribuye indirectamente más que favoreciendo la disolución de las sales minerales. El humus, dice Ville, absorbe el oxígeno del aire, y sufre á consecuencia de esta absorción una combustión lenta, invisible, pero real, origen de una formación lenta, pero no interrumpida, de ácido carbónico, menos útil por el carbono que suministra á la vegetación que por la acción disolvente que ejerce respecto de ciertos minerales, y notablemente de los fosfatos y de las calizas. El humus basta, pues, para elevar la ley de las plantas en fosfato, y puede, en ciertos casos, cuando se asocia al carbonato de cal, elevar los rendimientos. Pero Ville pretende que ofreciendo directamente al vegetal estas sales minerales bajo una forma soluble, se podría pasar sin el humus, y por consiguiente sin estiércol, que contiene productos análogos al humus, lo que parece que confirman numerosas experiencias agrícolas, verificadas en tierras escogidas entre las más pobres.

Según Proost, Ville en sus experiencias no tenía muy en cuenta la acción del humus, que favorece: 1.º la absorción de los abonos por endosmosis y capilaridad; 2.º su difusión y disolución en el suelo por la humedad y oxidación que engendra; 3.º la conservación y transformación lenta del nitrógeno insoluble y la fijación del nitrógeno del aire; en fin, 4.º que disminuye la compacidad de las tierras fuertes y aumenta la de las ligeras, regularizando así la circulación de los líquidos y gases, la radiación y la evaporación que juegan gran papel en la fisiología de la planta.

Si el empleo intensivo de los abonos químicos ha permitido, en ciertas condiciones, pasar sin humus, dudamos mucho que, en general, este procedimiento pueda aplicarse en condiciones económicas. Resulta, sin embargo, de las experiencias de Mr. Belpaire, de Anvers, comprobadas por las nuestras cuyos resultados fueron consignados en el *Journal de la société central d'Agriculture de Belgique* (Abril 1875), que aplicando á las arenas áridas el abono químico á dosis fraccionada, desde otoño á primavera, se obtienen resultados completamente inesperados.

Pero sorprendidos, por la confesión que hace el mismo Ville en su tercera conferencia de Vincennes, de la importancia y de la analogía del papel que juegan en la tierra arable, la arcilla y el

humus, verificamos algunas experiencias de laboratorio que nos convencieron del papel funcional del humus en la tierra arable (*Du pouvoir absorbant des sols arables et des racines*, por A. Proost).

Ville reconoce que la arcilla como el humus fija en el suelo, absorbiéndolos, los compuestos minerales y nitrogenados que determinan la fertilidad para irlos cediendo poco á poco á la vegetación, impidiendo por tanto que sean arrastrados por las aguas pluvia es. Y como la facultad absorbente de la arcilla es tanto más grande cuanto de disoluciones más concentradas se trata, resulta que juega en el suelo el papel de órgano regulador absorbiendo, en las épocas de sequía, las sales cuya concentración sería nociva para las plantas, para restituir las después paulatinamente en contacto del agua.

La arena sola, dice Ville, sería impropia para la vegetación, porque da lugar á un suelo muy movable é incapaz de retener el agua. La arcilla, por otra parte, que tiene la propiedad de absorber y retener mucha agua y conservar por tanto la humedad del suelo, se deseca y se endurece por la acción del sol hasta el punto de ser impenetrable al aire y á las raíces. Por la mezcla con la arcilla, la arena atenúa su compacidad y le comunica las cualidades permeables para el aire y el agua imperiosamente necesarias al ejercicio de la vida vegetal.

Pero nosotros habíamos creído observar que el humus satisface, respecto de la arena, las condiciones físicas de la arcilla. La prueba es que el suelo de Flandes, formado primitivamente de arena árida, ha adquirido gran fertilidad por la adición continua de abonos orgánicos. Se ha hecho capaz de retener el agua y las sales, que son los agentes fertilizantes por excelencia. El humus puede, por consiguiente, reemplazar á la arcilla en las tierras ligeras.

Si el mantillo aumenta la cohesión de las tierras ligeras, disminuye la de las fuertes, porque la arcilla y el humus se neutralizan, pierden la propiedad de servir de cemento y dan soltura al suelo; así lo dice Schloësing en sus *Etudes sur la terre végétale*.

Grandeau, á pesar de su opinión de que los alimentos penetran por *difusión* en la planta sin que sea necesario invocar la disolución previa de los abonos en el suelo, según hemos visto al tratar de la asimilación de los fosfatos, reconoce, sin embargo, que no se puede obtener en nuestras tierras de cultivo una pro-

ducción ventajosa si las tierras no contienen agentes de disolución que ofrezcan á las raíces, en estado disuelto, una cantidad suficiente de materiales nutritivos; lo que explica el papel favorable del estiércol y del humus. El ácido carbónico y la mayor parte de las sales orgánicas disuelven el silicato de potasa y el fosfato de cal y de magnesia.

Supone Grandeau que los humatos, solubles en los álcalis, determinan el paso de los elementos nutritivos inorgánicos del suelo á la planta, dando lugar á lo que Proost llama la *función endosmósica del humus*. Esta manera de ver descansa en las experiencias verificadas para determinar la causa de la fertilidad excepcional de las tierras negras de Rusia, que producen, desde hace muchos años, sin abonos, una buena parte de los cereales exportados por dicha nación. El análisis prueba, sin embargo, que dichas tierras son menos ricas en materias fertilizantes que otras tierras margosas, como las margas liásicas de Luneville, á las que es necesario abonar todos los años.

Dos géneros de cuerpos constituyen el humus del estiércol y el del suelo: los unos se distinguen por su solubilidad en los álcalis y su insolubilidad en el agua y los ácidos; los otros presentan propiedades opuestas. Los cuerpos húmicos solubles en los álcalis constituyen la materia negra, y existen en el suelo al estado de combinación con la cal y la magnesia; la riqueza de las tierras en materia orgánica no implica de ninguna manera una riqueza proporcional en materia negra, mientras que existe una relación entre la riqueza del suelo en materia negra y la fertilidad. Esta materia negra, que no hay que confundir con la materia orgánica, pero que constituye parte de ella y por lo tanto del estiércol y del humus, contiene los elementos fertilizantes que la planta toma del suelo. La fertilidad crece proporcionalmente á la riqueza de la materia negra en sustancias minerales, que es variable según los suelos. La materia negra cede por difusión á las plantas, á través de las células, las materias minerales. La materia negra de las tierras negras de Rusia es muy rica en materias fertilizantes; contiene de 8 á 17 de ácido fosfórico y 6,91 de ácido silícico por 100 de cenizas. Esto explica por qué las tierras más ricas en ácido fosfórico, por ejemplo, las margas liásicas de Luneville, dan rendimientos inferiores á aquellas que contienen este principio nutritivo en menor cantidad, pero incor-

porado á la materia negra soluble en los álcalis; lo que prueba la verdad de este principio formulado por Ville: El análisis químico, que determina la riqueza de un suelo en principios minerales, es insuficiente para hacer conocer su fertilidad.

Según recientes experiencias de Petermann, el suelo arable contiene en abundancia una materia orgánica susceptible de atravesar por difusión la membrana vegetal. Las bellas investigaciones de Grandeau dice Petermann, establecen que ni el ácido húmico, ni el humus de amoniaco atraviesan la membrana vegetal. Pero si Grandeau hubiera sometido á la diálisis el suelo mismo en lugar de operar sobre el extracto amoniacal, el cual ha sido obtenido después de una alteración profunda del suelo y no puede contener más que una parte de la mezcla compleja que constituye la materia orgánica del suelo, habría observado ciertamente, como nosotros, que el suelo arable contiene en abundancia una materia orgánica susceptible de atravesar por difusión la membrana vegetal.

El humus—dicen Müntz y Girard—es uno de los elementos que, desde el punto de vista físico como desde el punto de vista químico, tiene más influencia en la fertilidad de las tierras. El humus, en efecto, da soltura á las tierras fuertes y cohesión á los suelos ligeros, les permite absorber los principios fertilizantes, les comunica la propiedad de retener el agua y de conservar así cierta frescura, modifica la coloración de las tierras y las hace más aptas para absorber los rayos solares y mantenerse de este modo más calientes. Los suelos ricos en humus son, pues, al mismo tiempo más húmedos y más cálidos, más favorables, por consiguiente, para la vegetación. Este humus, cuyos efectos son tan beneficiosos, tiende á desaparecer incesantemente á consecuencia de la nitrificación; pero la adición del estiércol mantiene su presencia compensando las pérdidas. Los abonos químicos y en general los abonos comerciales no aportan al suelo materias orgánicas en cantidad apreciable. En el empleo exclusivo de estos últimos los residuos de las cosechas que quedan sobre el suelo son los únicos encargados de entretener la presencia del humus y son con frecuencia insuficientes para compensar las cantidades extraídas constantemente.

El empleo exclusivo de los abonos químicos conduce, pues, fatalmente al empobrecimiento del suelo en materias orgánicas

y le priva así de algunas de sus cualidades más útiles. En el caso en que las tierras no estén abundantemente provistas de materias orgánicas, es necesario, para que el suelo conserve sus propiedades primitivas, adicionarle de tiempo en tiempo estas materias en forma de estiércol ó, en su defecto, en la de abonos verdes. Es, pues, necesario emplear con ciertas precauciones los abonos químicos si no se quiere que el suelo llegue á perder las propiedades más preciosas de la tierra arable.

Estas objeciones de los que encuentran excesivamente exclusiva la doctrina de los abonos químicos, y especialmente las que se refieren á las funciones que el humus desempeña en las tierras de cultivo, quitan bastante valor á las ideas de Ville al condenar en absoluto el empleo del estiércol y defender el uso exclusivo de los abonos minerales.

**Empleo mixto del estiércol y de los abonos minerales.**—Demostrada la insuficiencia del estiércol para conservar la fertilidad del suelo y expuestos los inconvenientes que ofrece el empleo exclusivo de los abonos minerales, no es difícil deducir que la asociación de las dos doctrinas, es decir, el empleo del estiércol con la adición de materias minerales, es el medio más racional y seguro de mantener y aumentar la fertilidad de las tierras de cultivo.

Y tanto se impone este procedimiento en el estado actual de la agricultura, que el mismo Ville, á pesar de recomendar el empleo exclusivo de los abonos químicos y de condenar por antieconómico el cultivo que se funda únicamente en el uso del estiércol, dice en la sexta conferencia de Vincennes: En toda explotación de cierta amplitud es indispensable el recurrir al trabajo de los animales; el cultivo á mano, que es el procedimiento característico de la pequeña propiedad, no es posible desde el momento en que se opera sobre una escala algo importante, como no sea respecto de ciertos productos de gran valor, tales como la vid, el lúpulo, el tabaco, etc.; lo repito, pues, cuando se entra en el dominio del cultivo agrícola propiamente dicho, en que la intervención de los animales es una necesidad que nace de la fuerza de las cosas, se produce estiércol del que es preciso absolutamente sacar partido y saber arreglar su empleo.

Pero el estiércol, añade Ville, debe sus buenos efectos al nitrógeno, al fosfato de cal, á la potasa y á la cal que contiene, y

en vista de la imposibilidad en que se está de producir suficiente estiércol para reparar las pérdidas experimentadas por el suelo y obtener rendimientos intensivos, es preciso recurrir forzosamente á un suplemento de abonos químicos. Los abonos químicos pueden ser, pues, asociados con ventaja al estiércol, cuando la producción del estiércol es una necesidad á la que no puede uno sustraerse, desde el momento que se trata de una explotación de cierta importancia.

En este sistema del empleo mixto del estiércol y de los abonos químicos es preciso, según Ville, para obtener grandes rendimientos y poner la tierra en el régimen del cultivo intensivo, concentrar sobre cada planta, por medio de los abonos químicos, aquel de los cuatro términos del abono completo que desempeña respecto de dicha planta la función *dominante*. Se cultiva el trigo, pues hay que añadir al estiércol el nitrógeno, que es el dominante del trigo; se cultivan patatas, pues hay que añadir potasa, que es el dominante de la patata; se cultiva el alforjón, pues hay que hacer del estiércol un abono completo añadiéndole el fosfato, que es, en este caso, el dominante. Agregando anualmente al estiércol el dominante que reclama cada cultivo, el rendimiento y los beneficios alcanzan su límite más elevado.

Al presente podemos, pues, decir que la buena agricultura descansa en el empleo simultáneo de los abonos orgánicos (generalmente el estiércol) y de los abonos químicos. Todo exclusivismo, en uno ó en otro sentido, debe ser desechado de la ciencia agronómica y de la práctica agrícola. El objeto que se debe proponer el agricultor es dar á la tierra, bajo una forma cualquiera, la suma de agentes de fertilidad que las plantas reclaman, á fin de obtener, de cada una de ellas, con el menor coste, el máximo de rendimiento.

**La sideración ó método sideral.**—Al ocuparse Mr. Ville en sus conferencias de la mayor ó menor probabilidad de que los orígenes ó fuentes de nitrógeno actualmente conocidos (compuestos amoniacales y nitrogenados) serían insuficientes para satisfacer las necesidades del cultivo, dice: Pero si todos estos recursos llegasen á faltar, tendríamos aún el nitrógeno del aire. He dicho que había vegetales que sacan su nitrógeno del aire, en tanto que otros tienen necesidad de hallarle en la tierra. De aquí, por consiguiente, la posibilidad de ir al socorro de los segundos

con el auxilio de los primeros. Este procedimiento se aplica ya en el cultivo. El empleo de los abonos verdes, ó plantas enterradas en verde, no descansa sobre otros datos; se trataría, pues, de generalizarlos, y, para hacerlos más eficaces, llevar á su más alto límite la producción de plantas que sacan su nitrógeno del aire, tales como la alfalfa, el trébol y otras leguminosas. Así, en la suposición extrema de que fuesen agotados todos los otros orígenes de la materia nitrogenada, nos quedaría siempre el nitrógeno del aire, explotado por la vegetación misma.

Fundándose en estas consideraciones, ha imaginado Ville un nuevo sistema de cultivo que ha bautizado con el nombre de *sideración ó método sideral*. El cultivo sideral consiste en la sustitución de los abonos químicos nitrogenados por los abonos verdes, y, por consiguiente, en el empleo de abonos minerales y vegetales; los primeros encargados de proporcionar el ácido fosfórico, la potasa y la cal, y los segundos destinados á suministrar el nitrógeno. Se ha dado el nombre de *sideral* á este sistema de cultivo, porque es el sol el encargado de hacer pasar el nitrógeno del aire á las plantas.

Mr. A. Larbalétrier, en su escrito *Une nouvelle méthode de culture: La Sidération*, publicado en la *Maison de campagne*, en 1886, encuentra un poco fuerte esta denominación excéntrica, ó por lo menos original, que evoca la acción de los astros, porque está averiguado que todos los fenómenos mecánicos, físicos y vitales tienen por causa, más ó menos directa, el sol, fuente única de calor y de luz en nuestro planeta. El sol es el origen del trabajo químico de la planta, el intermediario de todas las manifestaciones de la fuerza en la superficie del globo terráqueo. Todos los métodos culturales, todas las máquinas son, pues, más ó menos *siderales* en el mismo grado que la práctica de los *enterramientos vegetales asociados al empleo de los abonos fosfatados y potásicos*, de que Ville es el vulgarizador, mas no el inventor.

Sin embargo, conviene observar con Ladureau, en su escrito *Quelques mots sur la sidération de Mr. Ville*, publicado en el *Moniteur des syndicats agricoles*, en 1886, que una de las consecuencias de la aplicación de los abonos verdes y de la sideración, sería ciertamente la disminución considerable que con el tiempo experimentaría la compra de las materias fertilizantes exclusiva-

mente nitrogenadas, lo que produciría una baja importante en el precio de los abonos nitrogenados.

De todos modos, este sistema de cultivo sin bestias ni estiércoles sería conveniente si los abonos que hay que aplicar resultasen más baratos que el estiércol, y podría aplicarse en aquellas circunstancias en que la cría de ganados, y, por consiguiente, la producción del estiércol fuese costosa.

### III.—*Campos de experiencias.*

Los campos de experiencias son extensiones de terreno donde se plantean y resuelven económicamente ciertos problemas agrícolas.

Para establecer un campo de experiencias en una explotación agrícola se elige una pequeña extensión de terreno que por su exposición, naturaleza y grado de fertilidad represente la calidad media de la explotación, es decir, que sea una especie de reducción de la explotación entera. Si existen tierras de naturaleza diferente, convendrá establecer tantos campos de experiencias como clases de tierras haya en la explotación.

El terreno delicado á campo de experiencias ha de ser de naturaleza homogénea, para que las parcelas en que se divida sean semejantes entre sí y susceptibles de dar los mismos resultados culturales bajo la influencia de los mismos agentes. La observación de las cosechas anteriores permite formarse idea del grado de homogeneidad del terreno escogido para las experiencias.

Los campos de experiencias sirven para analizar el suelo por medio de las plantas, para comparar los efectos de los diferentes abonos sobre las cosechas, para ensayar semillas y variedades nuevas y plantear nuevos procedimientos de cultivo, todo con el objeto de obtener, dentro de las condiciones de clima y de suelo, los mayores rendimientos y el mayor beneficio en el cultivo. Sólo debemos tratar aquí de la aplicación de los campos de experiencias al *análisis del suelo* y al *ensayo de los abonos*.

**Análisis del suelo por la planta.**—En la determinación de la cantidad y de la calidad de las sustancias fertilizantes que se deben añadir al suelo, es necesario tener en cuenta la consti-

tución del terreno y las exigencias de la planta cultivada. Al exponer la teoría de los dominantes vimos cómo se deben variar los cuatro términos del abono completo según las afinidades de la especie vegetal cultivada; vamos ahora á indicar por qué y cómo deben variar la composición y la dosis del abono con la naturaleza y el estado del suelo.

Todas las tierras no reclaman, en efecto, los cuatro elementos fertilizantes en la misma dosis ni con los mismos caracteres de urgencia y de necesidad. La esterilidad del suelo puede ser debida á la ausencia simultánea de los cuatro factores de la fertilidad, pero puede también proceder de la falta ó de la insuficiencia de uno solo de estos factores cuya acción bienhechora, resultado de su estrecha solidaridad, no se manifiesta más que á condición de que los cuatro estén asociados en proporciones convenientes. Una vez es la potasa la que falta, otra es el nitrógeno, otra el fosfato de cal.

Claro es que, añadiendo al suelo el abono completo, se le devolvería la fertilidad. Pero ¿qué necesidad hay de saturar de nitrógeno una tierra que sólo reclama potasa? ¿Para qué dar ácido fosfórico á un terreno que no carece de esta sustancia y que necesita nitrógeno? En estos casos el abono completo sería superfluo; su empleo inconsiderado constituiría un gasto inútil. Lo económico y lo racional en estas circunstancias es emplear, no el abono *completo*, sino el *complementario*, que tiene por objeto proporcionar al suelo el elemento ó los elementos que faltan ó que escasean, *con pletar*, en una palabra, el aprovisionamiento nutritivo del terreno, añadiendo solamente potasa donde la potasa se haya agotado, ácido fosfórico donde la desfosforación se manifieste, y nitrógeno donde sólo falte el nitrógeno.

Pero para añadir al suelo lo que necesita para alcanzar el mayor grado de fertilidad, es necesario saber lo que el suelo tiene y lo que le falta. Importa, por consiguiente, averiguar la presencia ó ausencia en el terreno de los cuatro términos del abono completo, y vamos á ver cómo es posible conseguirlo.

El análisis químico de las tierras, á pesar de la delicadeza y seguridad de los procedimientos hoy empleados, no proporciona todavía, dice Ville, más que indicaciones muy incompletas acerca de la riqueza del suelo en principios fertilizantes, y no puede, por lo mismo, servir de guía al agricultor en la elección de los

mente nitrogenadas, lo que produciría una baja importante en el precio de los abonos nitrogenados.

De todos modos, este sistema de cultivo sin bestias ni estiércoles sería conveniente si los abonos que hay que aplicar resultasen más baratos que el estiércol, y podría aplicarse en aquellas circunstancias en que la cría de ganados, y, por consiguiente, la producción del estiércol fuese costosa.

### III.—Campos de experiencias.

Los campos de experiencias son extensiones de terreno donde se plantean y resuelven económicamente ciertos problemas agrícolas.

Para establecer un campo de experiencias en una explotación agrícola se elige una pequeña extensión de terreno que por su exposición, naturaleza y grado de fertilidad represente la calidad media de la explotación, es decir, que sea una especie de reducción de la explotación entera. Si existen tierras de naturaleza diferente, convendrá establecer tantos campos de experiencias como clases de tierras haya en la explotación.

El terreno delicado á campo de experiencias ha de ser de naturaleza homogénea, para que las parcelas en que se divida sean semejantes entre sí y susceptibles de dar los mismos resultados culturales bajo la influencia de los mismos agentes. La observación de las cosechas anteriores permite formarse idea del grado de homogeneidad del terreno escogido para las experiencias.

Los campos de experiencias sirven para analizar el suelo por medio de las plantas, para comparar los efectos de los diferentes abonos sobre las cosechas, para ensayar semillas y variedades nuevas y plantear nuevos procedimientos de cultivo, todo con el objeto de obtener, dentro de las condiciones de clima y de suelo, los mayores rendimientos y el mayor beneficio en el cultivo. Sólo debemos tratar aquí de la aplicación de los campos de experiencias al análisis del suelo y al ensayo de los abonos.

**Análisis del suelo por la planta.**—En la determinación de la cantidad y de la calidad de las sustancias fertilizantes que se deben añadir al suelo, es necesario tener en cuenta la consti-

tución del terreno y las exigencias de la planta cultivada. Al exponer la teoría de los dominantes vimos cómo se deben variar los cuatro términos del abono completo según las afinidades de la especie vegetal cultivada; vamos ahora á indicar por qué y cómo deben variar la composición y la dosis del abono con la naturaleza y el estado del suelo.

Todas las tierras no reclaman, en efecto, los cuatro elementos fertilizantes en la misma dosis ni con los mismos caracteres de urgencia y de necesidad. La esterilidad del suelo puede ser debida á la ausencia simultánea de los cuatro factores de la fertilidad, pero puede también proceder de la falta ó de la insuficiencia de uno solo de estos factores cuya acción bienhechora, resultado de su estrecha solidaridad, no se manifiesta más que á condición de que los cuatro estén asociados en proporciones convenientes. Una vez es la potasa la que falta, otra es el nitrógeno, otra el fosfato de cal.

Claro es que, añadiendo al suelo el abono completo, se le devolvería la fertilidad. Pero ¿qué necesidad hay de saturar de nitrógeno una tierra que sólo reclama potasa? ¿Para qué dar ácido fosfórico á un terreno que no carece de esta sustancia y que necesita nitrógeno? En estos casos el abono completo sería superfluo; su empleo inconsiderado constituiría un gasto inútil. Lo económico y lo racional en estas circunstancias es emplear, no el abono completo, sino el *complementario*, que tiene por objeto proporcionar al suelo el elemento ó los elementos que faltan ó que escasean, *con pletar*, en una palabra, el aprovisionamiento nutritivo del terreno, añadiendo solamente potasa donde la potasa se haya agotado, ácido fosfórico donde la desfosforación se manifieste, y nitrógeno donde sólo falte el nitrógeno.

Pero para añadir al suelo lo que necesita para alcanzar el mayor grado de fertilidad, es necesario saber lo que el suelo tiene y lo que le falta. Importa, por consiguiente, averiguar la presencia ó ausencia en el terreno de los cuatro términos del abono completo, y vamos á ver cómo es posible conseguirlo.

El análisis químico de las tierras, á pesar de la delicadeza y seguridad de los procedimientos hoy empleados, no proporciona todavía, dice Ville, más que indicaciones muy incompletas acerca de la riqueza del suelo en principios fertilizantes, y no puede, por lo mismo, servir de guía al agricultor en la elección de los

abonos que conviene aplicar á un terreno para obtener económicamente el máximo de producción. Veamos por qué el análisis químico, que determina con toda exactitud la riqueza de un suelo en principios minerales, es impotente para averiguar su grado de fertilidad.

Las tierras de cultivo se hallan constituídas por dos órdenes de materiales. Unos, cuya función es puramente pasiva, sirven de apoyo á la planta, pero no concurren por sí mismos al sostenimiento de la vida vegetal. Otros, que contribuyen á la nutrición vegetal proporcionando á la planta los materiales necesarios para su desenvolvimiento. Los primeros se llaman *elementos mecánicos*; á los segundos se les ha dado el nombre de *elementos asimilables*.

Pero estos elementos asimilables se dividen en *asimilables activos* y *asimilables en reserva*: los primeros pueden ser directamente absorbidos por la planta; los últimos no pueden concurrir á la producción vegetal sino después de haber sufrido una transformación previa que los ponga en condiciones de ser absorbidos por la planta. Con estos últimos no puede contar por el momento el agricultor para las cosechas inmediatas.

Ahora bien; el análisis químico confunde los elementos asimilables *activos* con los elementos de *reserva* y hasta con los *mecánicos*: determina las materias nutritivas que el suelo contiene; pero esta indicación es de escasa utilidad para el agricultor, porque no distingue lo que es activo, respecto de las plantas, de lo que es inerte.

Afortunadamente, las nociones que en este asunto no puede proporcionarnos la química, podemos adquirirlas, como vamos á ver, con ayuda de la vegetación.

Puesto que el agricultor no debe preocuparse más que del nitrógeno, del ácido fosfórico, de la potasa y de la cal, solamente con respecto á estos cuatro elementos nutritivos debe verificarse el análisis.

Toda la teoría del *análisis del suelo por la planta* descansa en el *principio de las fuerzas colectivas*, que ya dimos á conocer al exponer la doctrina de los abonos químicos. Según este principio, para que las plantas alcancen el máximo de desarrollo es necesario que el suelo contenga, en proporciones convenientes, el nitrógeno, el ácido fosfórico, la potasa y la cal, y la supresión de

uno solo de estos cuatro términos basta para disminuir profundamente el efecto útil de los otros tres.

En virtud de este principio, la presencia ó ausencia en el suelo de cada uno de los términos del abono completo se determina fácilmente por medio de una sustracción alternativa y paralela de los cuatro elementos del abono completo. Es decir, que el análisis del suelo por la planta se consigue aplicando á la tierra compuestos fertilizantes formados por tres de los términos del abono completo y comparando los efectos debidos á los abonos de tres términos con los proporcionados por el abono completo. Y según que los abonos de tres términos produzcan efectos iguales ó inferiores á los obtenidos con el abono completo, se deducirá que la tierra contiene ó no el elemento que falta á los abonos de tres términos.

El procedimiento que Ville recomienda para determinar exactamente si el suelo contiene ó no los elementos del abono completo, consiste en cultivar la misma planta, el trigo ó la remolacha, por ejemplo, en seis parcelas de media área de extensión. A la primera parcela se la aplica el abono completo; á la segunda, el mismo abono, de cual haya sido excluída la materia nitrogenada; á la tercera, el abono completo privado del fosfato de cal; á la cuarta, el abono completo menos la potasa; á la quinta, el abono completo sin la cal, y á la sexta, no se la da ningún abono. Es indudable que si el efecto propio de cada término del abono completo no se manifiesta sino en tanto que está asociado á los otros tres, la comparación de los rendimientos obtenidos en las seis parcelas debe indicar lo que el suelo tiene ó lo que le falta.

En este sistema de investigación, la parcela con abono completo viene á ser el término de comparación al cual se debe referir los rendimientos de las otras parcelas; y según que se aproximen ó se alejen de este término de comparación, se deducirá que la tierra contiene ó no el elemento que voluntariamente ha sido excluído del abono. Si el abono del cual el fosfato, ó la potasa, ó la cal, ó la materia nitrogenada han sido voluntariamente excluídos produce tanto efecto como el abono completo, está bien manifiesto que el suelo contiene naturalmente el elemento que falta al abono. Si, por el contrario, estos rendimientos son inferiores, es evidente que el elemento que falta al abono falta igualmente al suelo.

Los campos de experiencias permiten, como se ve, efectuar el análisis del suelo por medio de la planta valiéndose de los cuatro elementos del abono completo empleados aislada ó concurrentemente. Todo se reduce á *interrogar á la planta* para reconocer los elementos que faltan ó se hallan en exceso en el suelo. El testimonio de la planta es decisivo, y ella se encarga de indicar al agricultor los abonos que la tierra necesita. Por eso ha dicho Ville, con razón, que el campo de experiencias es el más *elocuente de los profesores* de agricultura.

Expuesta la teoría del análisis del suelo por la planta, daremos á conocer las reglas necesarias para practicarlo con acierto.

La experiencia se verificará especialmente en tierras de composición media.

Las parcelas tendrán, como se ha dicho, media área de extensión, ó sea 50 metros cuadrados. Se puede también adoptar dimensiones mayores ó menores: en los campos de poca extensión habrá que conformarse con cuadros de cinco metros de lado, que tendrán, por consiguiente, una superficie de un cuarto de área.

Se señalarán las parcelas por medio de estacas colocadas en las cuatro esquinas, y unidas entre sí por un alambre de hierro galvanizado, situado á 20 ó 30 centímetros del suelo, y que limite con exactitud la extensión de la parcela.

En ningún caso las parcelas estarán rodeadas de sendas ni de tierra desprovista de vegetación, sino contiguas al resto del campo cultivado, sin más separación que el alambre, es decir, que no deben presentar ningún borde; porque está demostrado que las plantas que se hallan en los bordes de los campos se desarrollan más vigorosamente, y esta circunstancia podría falsear los resultados de la experiencia.

Para que ni los abonos ni las raíces de las plantas se extiendan de una á otra parcela, es conveniente que las parcelas estén diseminadas por el campo, ó por lo menos separadas por porciones de terreno cultivado no sometido á la experiencia.

Con objeto de que la acción de los abonos se manifieste en el espacio de tiempo más corto posible, es necesario aplicarlos en la forma más asimilable, prefiriendo los más simples, es decir, los que no contienen más que un elemento fertilizante; y para que su efecto sea más notable, se emplearán en fuertes dosis,

sin salirse, por supuesto, de los límites de la práctica agrícola.

Según Ville, el abono completo debe contener por hectárea:

400	kilogramos	de sulfato de amoniaco, de 20 por 100 de nitrógeno.
400	"	de superfosfato de cal, de 15 por 100 de ácido fosfórico soluble.
200	"	de cloruro de potasio, de 50 por 100 de potasa.
200	"	de sulfato de cal (yeso).

ó sea por cada media área

2	kilogramos	de sulfato de amoniaco.
2	"	de superfosfato.
1	"	de cloruro de potasio.
1	"	de yeso.

En vez de los 400 kilogramos de sulfato de amoniaco por hectárea, se pueden emplear 500 de nitrato de sosa, ó sea 2 1/2 kilogramos por cada media área.

El abono se aplicará en la misma época que en el cultivo ordinario: el sulfato de amoniaco, el superfosfato y la sal potásica en el otoño; el nitrato de sosa (cuando se emplee) y el yeso en primavera.

Durante la vegetación se practicarán los mismos cuidados culturales que en el gran cultivo, pero las escardas serán más frecuentes, porque los abonos químicos favorecen el desarrollo de las malas hierbas; para evitar la invasión de estas plantas extrañas, se observarán con frecuencia las parcelas de ensayo.

En el curso de la vegetación podrá ya apreciarse la influencia de los abonos.

Para proceder á la recolección se aislarán las parcelas, arrancando cuidadosamente la vegetación, que las rodea, en una anchura de uno á dos metros, para que los productos procedentes del exterior no se mezclen á los que hay que pesar. Se verifica después la recolección por los procedimientos usuales, y se pesa separadamente los productos recogidos en cada parcela.

Comparando las cantidades recolectadas en cada parcela, se deducirá fácilmente cuál es el elemento fertilizante que conviene dar al suelo.

Supongamos, por ejemplo, que en el cultivo del trigo se haya obtenido los resultados siguientes por cada parcela de media área:

Parcela con abono completo.	15	kilos de grano.
— sin nitrógeno.....	11	—
— sin ácido fosfórico...	9,50	—
— sin potasa.....	14,50	—
— sin cal.....	15	—
— sin abono.....	7,50	—

De estos resultados deduciríamos que el elemento que más escasea en el terreno es el ácido fosfórico, que el nitrógeno se halla también en cantidad insuficiente, que la potasa existe en bastante proporción y que la tierra está suficientemente provista de cal. Para obtener una cosecha abundante sería, pues, necesario aplicar simultáneamente el ácido fosfórico y el nitrógeno. Aun cuando el empleo de la potasa produciría cierto efecto, puede prescindirse de ella en este caso, porque el aumento que pudiera ocasionar no sería remunerador.

No basta verificar el ensayo sobre un solo cultivo para deducir de una manera general que el suelo tiene necesidad de éste ó del otro elemento nutritivo; es necesario tener en cuenta las exigencias especiales de los diversos cultivos.

Pudiera suceder, en efecto, que cultivando la alfalfa en el mismo terreno que nos ha servido para el ejemplo anterior los resultados demostrasen que esta tierra, que contenía suficiente potasa para el cultivo intensivo del trigo, carecía de la necesaria para la obtención de grandes cantidades de alfalfa.

No es necesario, sin embargo, ensayar todas las plantas que se cultiven en la explotación; basta verificarlo con una de cada uno de los grupos que tienen análogas exigencias en abonos. Por ejemplo, los resultados obtenidos con el trigo se pueden hacer extensivos á todos los cereales; los que proporcione la alfalfa serán aplicables á las demás leguminosas.

Sí, como se ha recomendado, se emplean las materias fertilizantes en la forma más asimilable, sus efectos se manifestarán en el primer año y sobre la misma cosecha á que se han aplicado. Esto no obstante, cuando se trata de plantas que ocupan el terreno muchos años (praderas naturales y artificiales, vid, etc.), conviene continuar las observaciones durante dos ó tres estaciones, porque con frecuencia los buenos efectos no se manifiestan hasta pasado el primer año.

Cuando en las plantas anuales la acción de los abonos ha sido

nula ó dudosa, repitiendo el ensayo al año siguiente podrán aclararse las dudas.

Determinadas las materias fertilizantes que conviene aplicar al suelo, ha de ver el agricultor, antes de emplearlas en grande escala, si el aumento de rendimientos que producen compensa los gastos que ocasionan, es decir, si su empleo resulta beneficioso desde el punto de vista económico.

Conviene advertir que los resultados obtenidos en estas experiencias no ofrecen más que un interés local y relativo. La naturaleza del suelo, el cultivo anterior, las condiciones meteorológicas del año y otras circunstancias pueden influir en la eficacia de los abonos de una manera tan diferente y tan difícil de apreciar que hay que ser muy circunspecto en las deducciones. Todas estas circunstancias hacen poco útiles los ensayos en el pequeño cultivo, y en todos los casos exigen perseverancia y grandes cuidados. Pero á pesar de las dificultades que ofrece este método de investigación, los agricultores instruidos deben recurrir á él, en la seguridad de que les permitirá aumentar notablemente sus cosechas, ó por lo menos realizar economías por la supresión de materias fertilizantes inútiles en ciertos casos.

**Elementos á restituir.**—Además del método anterior de análisis del suelo por la planta, que tiene por objeto determinar exactamente la ausencia ó presencia en el suelo de los elementos del abono completo, hay otro procedimiento que permite calcular, con rigor casi matemático, la cantidad de elementos minerales ó nitrogenados que hay que restituir al suelo para que éste alcance el rendimiento intensivo. Este método, completamente práctico, consiste en cultivar la misma planta en cuatro parcelas de media área de extensión (50 metros cuadrados) y comparar el resultado obtenido en el suelo sin abonos con el del que recibe el abono completo, los minerales sin nitrógeno y el nitrógeno sin minerales. Cuando se emplea el abono químico como complemento del estiércol, se añade una quinta parcela para comparar la acción del estiércol con la del abono químico.

Obtenidos los resultados de estas diferentes parcelas, se resta de las cifras del rendimiento suministrado por cada parcela el rendimiento de la parcela sin abonos. La diferencia representará el valor fertilizante de cada abono. Esta diferencia indica también la riqueza del suelo en principios fertilizantes actualmente

asimilables y las cantidades relativas de elementos á restituir.

Supongamos, por ejemplo, que se obtiene, como se ha demostrado por la experiencia:

(1)	9	hectolitros de trigo por hectárea en la parcela sin abono.	
(2)	15	»	» con abono nitrogenado.
(3)	26	»	» con abono mineral.
(4)	35	»	» con abono completo.
(5)	30	»	» con estiércol.

La diferencia entre las parcelas núm. 1 (sin abono) y núm. 5 (con estiércol) es de 21 hectolitros, mientras que se eleva á 26 entre el núm. 1 y el 4, es decir, entre el suelo sin abono y con el abono completo. Si se divide la primera cifra 21 por la segunda 26, se podrá deducir que el estiércol ha suministrado á la planta los 80 céntimos de los elementos contenidos en el abono completo. Por consiguiente, es necesario añadir al suelo abonado con estiércol el quinto de los elementos del abono completo.

De la misma manera, si la producción con el abono nitrogenado y con el abono mineral excede en 6 y en 17 hectolitros al rendimiento de la parcela sin abonos, bastará dividir estos números por el excedente 26 de la parcela con abono completo para saber que la parcela núm. 2 (nitrogenada) no contiene más que los 23 céntimos de la dosis de elementos minerales contenidos en el abono completo, mientras que la parcela núm. 3 (minerales) no contiene más que los 65 céntimos del nitrógeno suministrado por el abono completo. Resultado: el suelo exige, para alcanzar el rendimiento intensivo, los 35 céntimos de nitrógeno y los 77 de elementos minerales contenidos en el abono completo. (100 — 23 = 77. 100 — 65 = 35)

Resumiendo: basta dividir el excedente de cada parcela con abono incompleto sobre la parcela sin abono, por el excedente de la parcela con abono completo, para calcular con una exactitud casi matemática la cantidad de elementos minerales ó nitrogenados que hay que restituir al suelo.

Cuando se emplea como suplemento del estiércol, que es lo general, se hará el mismo cálculo diferencial que para los abonos incompletos y se limitará á añadir la diferencia.

Este método de análisis, basado en el cálculo, evita al agricultor la restitución integral de las materias extraídas por las cosechas, como quería Liebig, y permite deducir fórmulas de abonos

con las que se realizan notables economías, sobre todo si se sabe sacar partido de los *dominantes*, para obtener el máximum de producto con el menor gasto; así lo ha demostrado E. Marchand en sus brillantes conferencias dadas en 1880 y 1881 para vulgarizar el establecimiento de los campos de experiencias en Normandía. La campaña fué coronada por el éxito; los campos de experiencias anexos á las escuelas primarias y á las explotaciones agrícolas están repartidos por toda la Francia.

**Ensayo comparado de los abonos.**—Las experiencias anteriores tienen por principal objeto determinar el efecto de las materias fertilizantes sobre las cosechas para deducir si el suelo contiene ó no en la debida proporción los cuatro términos del abono completo. Pero una vez demostrada la conveniencia de añadir al terreno un principio fertilizante, le importa al agricultor averiguar en qué forma le tiene más cuenta aplicarlo; pues, como sabemos, para proporcionar nitrógeno á las tierras puede servirse de los nitratos, del sulfato de amoniaco y de la materia orgánica; para el ácido fosfórico puede utilizar los fosfatos naturales, las escorias de desfosforación, los fosfatos precipitados y los superfosfatos, y para la potasa puede apelar al cloruro de potasio, al sulfato de potasa, á las sales de Stassfurt, etc. Y como el agricultor instruido sabe que no conviene aplicar indistintamente en todas las circunstancias estas diversas materias fertilizantes, se encuentra á veces perplejo acerca de la oportunidad de aplicar este ó el otro abono nitrogenado, tal ó cual abono fosfatado, etc. El agricultor debe resolver por sí mismo esta duda en vista de las campañas exageradas, y en ciertos casos interesadas, que se hacen en libros y periódicos en favor de determinados productos fertilizantes. La resolución de este interesante problema se consigue mediante el ensayo comparado de los abonos en los campos de experiencias.

Para obtener resultados prácticos del ensayo comparativo de los abonos no hay que conformarse con verificar las experiencias en parcelas pequeñas: es necesario operar en mayores extensiones de terreno, en superficies de una hectárea, por ejemplo. No hay en esto inconveniente grave desde el punto de vista económico, porque el agricultor sabe por experiencias previas que el elemento fertilizante que se va á aplicar será útil á la cosecha; se trata ahora únicamente de averiguar la mayor ó menor venta-

ja que puede resultar de apelar á uno ó á otro de los productos que el comercio ofrece.

Los abonos se emplearán en cantidad bien determinada, manteniéndose en los límites medios de la práctica agrícola.

Las materias fertilizantes que se trata de comparar se pueden emplear en proporciones tales que todas las parcelas reciban la misma cantidad del elemento realmente útil, es decir, de nitrógeno, de ácido fosfórico ó de potasa, según se trate de comparar los abonos nitrogenados, los abonos fosfatados ó los abonos potásicos comerciales. Pero en la práctica es preferible emplear los abonos que se va á comparar, no á igualdad de materia fertilizante, sino á igualdad de precio, es decir, en proporciones tales que resulte el mismo gasto para una misma superficie de tierra.

Se establecerán tantas parcelas más una cuantas sean las clases de abonos que se trate de ensayar. A cada parcela se adiciona un abono diferente, cultivando en todas, incluso en la que está sin abonar, la misma planta, prodigándole los mismos cuidados culturales. Colocadas las plantas de modo que todas las condiciones y circunstancias que de algún modo puedan influir en el resultado de la producción sean idénticas para todas las parcelas, excepto el abono, se podrá deducir, comparando los productos, ó mejor los valores que representan, la mayor ó menor conveniencia del empleo de una ó de otra clase de abonos para esta tierra y para este cultivo, teniendo para ello en cuenta el precio de los diferentes abonos, en caso de no haberlos empleado en cantidades de coste equivalente. Conviene advertir, que los resultados obtenidos se refieren exclusivamente al terreno y al cultivo empleados en el ensayo; para otras tierras y otros cultivos hay que verificar nuevos ensayos.

Para que las diferencias entre los resultados que proporcionen las diversas formas de abonos sean más marcadas, se escogerá de preferencia para cada tipo de abono las plantas que responden mejor á su aplicación: los cereales, y especialmente el trigo, para los abonos nitrogenados y fosfatados; las leguminosas, y principalmente la alfalfa, para los abonos potásicos.

Como la acción de ciertos abonos se manifiesta únicamente en el primer año, mientras que otros producen su efecto sobre varias cosechas sucesivas, las experiencias deben verificarse varios años

consecutivos, por ejemplo, durante una rotación entera de cosechas.

**Campos de experiencias de las estaciones agrícolas.**—Cuando se trata de una explotación de alguna importancia, como las *Estaciones agrícolas*, en que se quiere demostrar las diversas necesidades de las cosechas, será conveniente establecer diferentes campos de experiencias. Uno de ellos, que se llamará *campo principal*, deberá comprender todas ó al menos las principales plantas que componen el cultivo por hojas que se haya adoptado. Se destinará para él una porción de terreno que por su exposición, naturaleza y grado de fertilidad represente la calidad media del suelo de la explotación. Este campo se dividirá en tantas series de á diez parcelas, de una área cada parcela, cuantas sean las plantas que se trate de ensayar. En cada serie se cultivará una planta distinta, que será sometida á la acción de 10 abonos diferentes, uno para cada parcela de la serie. Las plantas que se deben preferir, si no es posible ensayar todas, son el trigo, la colza, la remolacha y una leguminosa, guisantes ó habas. Por medio del trigo y de los guisantes, se adquirirá conocimiento acerca del estado de la capa superficial, y por la remolacha ó por la colza del de las capas profundas; circunstancias que es preciso tener en cuenta cuando se quiere cultivar con inteligencia, seguridad y economía para obtener grandes rendimientos.

Los abonos que se deben emplear en cada serie de diez parcelas son los siguientes:

- Parcela núm. 1.—Estiércol, 60.000 kil. por hectárea.
- » » 2.—Estiércol, 30.000 » »
- » » 3.—Abono completo intensivo.
- » » 4.— » completo.
- » » 5.— » sin materia nitrogenada.
- » » 6.— » sin fosfato de cal.
- » » 7.— » sin potasa.
- » » 8.— » sin cal.
- » » 9.— » sin minerales.
- » » 10.—Tierra sin abono ninguno.

De esta manera se podrá demostrar *experimentalmente* los verdaderos principios de la producción agrícola, no solamente en cuanto á la naturaleza de las sustancias fertilizantes, sino en lo que se refiere á la proporción en que deben ser empleadas.

En las explotaciones de verdadera importancia, un campo de experiencias no basta á causa de las variaciones que la composición del suelo ofrece en las diferentes porciones del dominio. Será, pues, conveniente multiplicar los ensayos, pero en menor escala, por medio de *campos auxiliares* de una área de extensión dividida en cuatro parcelas. En cada uno de estos campos se cultivará la misma planta en las cuatro parcelas, sometida á la acción de los abonos siguientes:

- Parcela núm. 1.*— Abono completo.  
 » » 2.— » mineral sin nitrógeno.  
 » » 3.— » nitrogenado sin minerales.  
 » » 4.— Sin abono ninguno.

Ciertos ángulos de las tierras destinados á estas experiencias no perturbarán la marcha de la explotación, y darán á conocer, en cada gran división del dominio, el momento preciso en que será necesario recurrir á los abonos nitrogenados ó á los minerales.

A continuación damos á conocer la composición de los abonos que deben emplearse en los campos de experiencias de las estaciones agrícolas. Estos campos se dividirán, como hemos dicho, en series de á 10 parcelas, destinada cada serie al cultivo de una planta distinta. Las cantidades que se indican son las correspondientes á la hectárea.

**Abono para el trigo.**

PARCELA NÚM. 1.

Estiércol de granja..... 60.000 kil.

PARCELA NÚM. 2.

Estiércol de granja..... 30.000 kil.

PARCELA NÚM. 3.— *Abono completo intensivo núm. 1.*

Superfosfato de cal..... 600 kil.  
 Sulfato de amoniaco..... 530 »  
 Cloruro potásico 80°..... 400 »  
 Sulfato de cal..... 270 »

PARCELA NÚM. 4.— *Abono completo núm. 1.*

Superfosfato de cal..... 400 kil.  
 Cloruro potásico 80°..... 400 »  
 Sulfato de amoniaco..... 390 »  
 Sulfato de cal..... 210 »

PARCELA NÚM. 5.— *Abono sin materia nitrogenada.*

Superfosfato de cal..... 400 kil.  
 Cloruro potásico 80°..... 200 »  
 Sulfato de cal..... 200 »

PARCELA NÚM. 6.— *Abono sin fosfato.*

Cloruro potásico 80°..... 200 kil.  
 Sulfato de amoniaco..... 390 »  
 Sulfato de cal..... 210 »

PARCELA NÚM. 7.— *Abono sin potasa.*

Superfosfato de cal..... 400 kil.  
 Sulfato de amoniaco..... 390 »  
 Sulfato de cal..... 210 »

PARCELA NÚM. 8.— *Abono sin cal.*

Fosfato precipitado..... 120 kil.  
 Cloruro potásico 80°..... 200 »  
 Sulfato de amoniaco..... 390 »

PARCELA NÚM. 9.— *Abono sin minerales.*

Sulfato de amoniaco..... 390 kil.

PARCELA NÚM. 10.— *Ningún abono.*

**Abono para la remolacha.**

PARCELA NÚM. 1.

Estiércol de granja..... 60.000 kil.

PARCELA NÚM. 2.

Estiércol de granja..... 30.000 kil.

PARCELA NÚM. 3.—*Abono completo intensivo núm. 2.*

Superfosfato de cal.....	600 kil.
Cloruro potásico 80°.....	400 »
Sulfato de amoniaco.....	280 »
Nitrato de sosa.....	300 »
Sulfato de cal.....	220 »

PARCELA NÚM. 4.—*Abono completo núm. 2.*

Superfosfato de cal.....	400 kil.
Cloruro potásico 80°.....	200 »
Sulfato de amoniaco.....	140 »
Nitrato de sosa.....	300 »
Sulfato de cal.....	370 »

PARCELA NÚM. 5.—*Abono sin materia nitrogenada.*

Superfosfato de cal.....	400 kil.
Cloruro potásico 80°.....	200 »
Sulfato de cal.....	200 »

PARCELA NÚM. 6.—*Abono sin fosfato.*

Cloruro potásico 80°.....	400 kil.
Sulfato de amoniaco.....	140 »
Nitrato de sosa.....	300 »
Sulfato de cal.....	160 »

PARCELA NÚM. 7.—*Abono sin potasa.*

Superfosfato de cal.....	400 kil.
Sulfato de amoniaco.....	140 »
Nitrato de sosa.....	300 »
Sulfato de cal.....	160 »

PARCELA NÚM. 8.—*Abono sin cal.*

Fosfato de cal precipitado.....	120 kil.
Cloruro potásico 80°.....	200 »
Sulfato de amoniaco.....	140 »
Nitrato de sosa.....	300 »

PARCELA NÚM. 9.—*Abono sin minerales.*

Nitrato de sosa.....	300 kil.
Sulfato de amoniaco.....	140 »

PARCELA NÚM. 10.—*Ningún abono.*

Quando se hace alternar la patata con los guisantes, la remolacha ó la patata con el trigo, el primer año se da á la tierra los abonos que se acaba de indicar, y al año siguiente 3 kilos de sulfato



BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

de amoniaco á las parcelas 3, 4, 6, 7, 8 y 9; las parcelas 1, 2, 5 y 10 no reciben nada. Al tercer año se vuelve al régimen del primero.

Para que un campo de experiencias proporcione indicaciones verdaderamente útiles acerca del estado del suelo, es necesario que la tierra no haya recibido estiércol ni otro abono en muchos años; de otro modo los rendimientos de las diversas parcelas se diferencian poco y hasta llegan á ser idénticos, y no se producen los contrastes verdaderamente instructivos hasta después de dos ó tres años de cultivo. Pero de darse este caso, es prueba de que el suelo está provisto de todos los elementos del abono completo, y esta indicación es instructiva y de verdadera importancia práctica, pues nos enseña que en una tierra de esta clase se puede, aplicando los estiércoles alternativamente, recurrir temporalmente á los abonos incompletos, limitándose al empleo de los *dominantes*, lo que permite obtener el *máximum* de producto con el menor gasto posible.

**Campos de experiencias de las escuelas primarias.**—Para terminar, daremos á conocer las instrucciones que Ville señala para el establecimiento de los campos de experiencias en las escuelas primarias. Estos campos deben servir, dice Ville, para explicar las leyes de la producción vegetal, fijándose especialmente en la demostración de los datos fundamentales en que descansa la doctrina de los abonos químicos.

En rigor, el campo de experiencias de una escuela primaria, se puede reducir á un solo cultivo, que puede ser el trigo, sometido á la acción de tres ó cuatro combinaciones de abonos; para ello basta poder disponer de una área de terreno. En este caso se dispone el campo de la manera siguiente:

NÚM. 1	NÚM. 2
—	—
Abono completo.	Abono mineral.

NÚM. 3	NÚM. 4
—	—
Abono nitrogenado.	Sin ningún abono.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
1825 MONTERREY, MEXICO

Veamos lo que demostrarán estas cuatro parcelas abonadas de esta manera.

La parcela núm. 1 probará que con el abono completo se producen soberbias cosechas.

La parcela núm. 2 demostrará que los tres minerales reunidos, fosfato de cal, potasa y cal, no dan más que un resultado mediano.

La parcela núm. 3 pondrá de manifiesto, que la materia nitrogenada sola produce más efecto que los tres minerales de la parcela núm. 2, sin igualar, sin embargo, el rendimiento obtenido con el abono completo.

La parcela número 4, sin ningún abono, hará conocer cuál es la fertilidad natural del suelo.

Si se dispusiese de un segundo espacio de una área de extensión, se la dedicará al cultivo de habichuelas ó de guisantes. Este segundo campo se dispondrá de la misma manera que el primero:



El rendimiento de la parcela núm. 2, que no ha recibido más que el abono mineral, será por lo menos igual, sino superior, al de la parcela núm. 1, que tiene abono completo provisto de nitrógeno; lo que nos probará que la materia nitrogenada no ejerce acción sobre los guisantes y las habichuelas y que la división establecida por Ville entre las plantas que toman el nitrógeno del aire y las que lo toman del suelo se halla completamente justificada.

La parcela núm. 3, sólo con materia nitrogenada, dará una cosecha decididamente mala. Este resultado confirmará la conclusión anterior.

Si se pudiese agregar á los dos precedentes otro tercer espacio de una área, se la destinaría al cultivo de la patata, y se demostraría por medio de estos ensayos que la enfermedad de esta planta puede ser atenuada, si es que no puede ser evitada por completo, con la buena elección de los abonos. Este tercer campo conservaría la misma disposición que los otros dos:



En la parcela núm. 1, la cosecha sería abundante y sana.

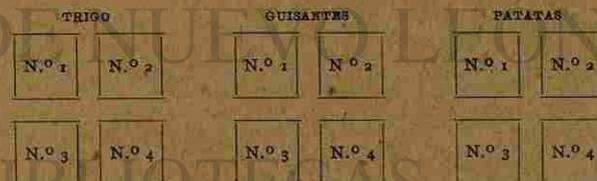
En la parcela núm. 2, satisfactoria y sana.

En la parcela núm. 3, débil y enferma.

En la parcela núm. 4, miserable y mala.

Este resultado demostraría que la parte mineral del abono contiene el dominante de la patata, y que el agotamiento del suelo en elementos minerales favorece, si es que no determina, la enfermedad de esta planta.

Cuando el campo se componga de dos ó tres espacios de una área, conviene adoptar la disposición siguiente:



debiendo estar cada serie de parcelas separada de su inmediata por un camino de uno ó dos metros para facilitar la circulación.

Suponiendo que todas las parcelas de cada uno de los campos

de experiencias tengan 25 metros superficiales, ó sea la cuarta parte de una área, hé aquí la dosis y la composición de los abonos que cada parcela deberá recibir:

PARCELAS NÚM. 1.—*Abono completo.*

Superfosfato de cal.....	1 kilo
Nitrato de potasa.....	o » 500 gramos.
Sulfato de amoniaco.....	o » 625 »
Sulfato de cal.....	o » 875 »

*Total.....* 3 kilos

PARCELAS NÚM. 2.—*Abono mineral.*

Superfosfato de cal.....	1 kilo
Potasa pura.....	o » 500 gramos.
Sulfato de cal.....	o » 875 »

*Total.....* 2 kilos 375 »

PARCELAS NÚM. 3.—*Abono nitrogenado.*

Sulfato de amoniaco.....	1 kilo 375 gramos.
--------------------------	--------------------

En el primer año se emplearán estos abonos. En el segundo se esparcirán por la superficie de las parcelas núms. 1 y 3,750 gramos de sulfato de amoniaco; no recibiendo nada las parcelas números 2 y 4. Al tercer año se volverá á las prescripciones del primero.

Una de las plantas que conviene especialmente para los campos de experiencias de las escuelas primarias es el *cáñamo*, porque acusa en la talla y en la coloración las menores variaciones en las cantidades y en las proporciones de los cuatro términos del abono completo.

**Campos de demostración.**—En los campos de demostración se reproducen los ensayos que han ofrecido positivos resultados en los campos de experiencias. Tienen por objeto mostrar á los agricultores sobre el terreno los efectos producidos por la aplicación de los diversos abonos, por la elección de semillas y el perfeccionamiento de los procedimientos de cultivo. En lo que se

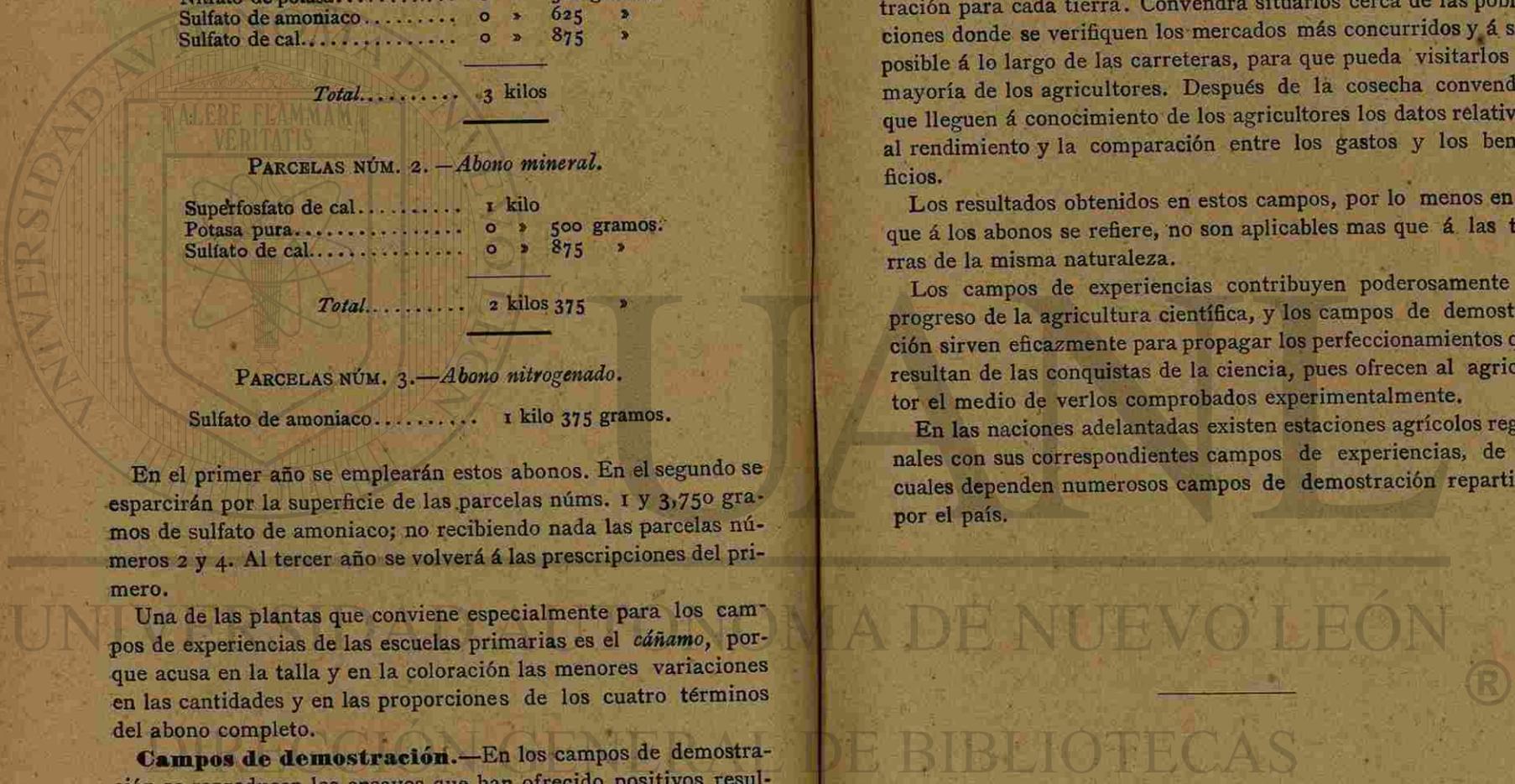
refiere á los abonos sirven estos campos para poner de manifiesto cuáles son los que, en un terreno determinado, producen los mejores resultados sobre los diferentes cultivos.

Se emplazarán los campos de demostración en puntos que representen las superficies más importantes de la región á la cual se quiere extender su acción. Si, como es corriente, existen tierras de naturaleza diferente, se establecerá un campo de demostración para cada tierra. Convendrá situarlos cerca de las poblaciones donde se verifiquen los mercados más concurridos y á ser posible á lo largo de las carreteras, para que pueda visitarlos la mayoría de los agricultores. Después de la cosecha convendrá que lleguen á conocimiento de los agricultores los datos relativos al rendimiento y la comparación entre los gastos y los beneficios.

Los resultados obtenidos en estos campos, por lo menos en lo que á los abonos se refiere, no son aplicables mas que á las tierras de la misma naturaleza.

Los campos de experiencias contribuyen poderosamente al progreso de la agricultura científica, y los campos de demostración sirven eficazmente para propagar los perfeccionamientos que resultan de las conquistas de la ciencia, pues ofrecen al agricultor el medio de verlos comprobados experimentalmente.

En las naciones adelantadas existen estaciones agrícolas regionales con sus correspondientes campos de experiencias, de los cuales dependen numerosos campos de demostración repartidos por el país.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

## APÉNDICE

### CUADRO DE EQUIVALENCIAS

DE LAS ANTIGUAS MEDIDAS DE SUPERFICIE USUALES EN NUESTRAS PROVINCIAS REFERIDAS A LA HECTÁREA

La hectárea es un cuadrado de 100 metros de lado, que equivale á 10.000 metros cuadrados. La hectárea contiene 100 áreas.  
El área es un cuadrado de 10 metros de lado, que equivale á 100 metros cuadrados.

PROVINCIAS	MEDIDAS ANTIGUAS	ÁREAS
Alava.....	Fanega.....	25,11
Albacete.....	Idem.....	70,06
Alicante.....	Jornal.....	48,04
Almería.....	Fanega, secano (la de Castilla).....	64,41
	Tahulla, regadio.....	11,18
Avila.....	Fanega.....	39,30
Badajoz.....	Fanega (la de Castilla).....	64,41
Baleares.....	Cuarterada.....	71,03
Barcelona.....	Cuartera.....	28,57
Burgos.....	Fanega (la de Castilla).....	64,41
Cáceres.....	Idem íd.....	64,41
	Idem íd.....	64,41
Cádiz.....	Aranzada.....	44,72
	Fanega.....	52,49
Canarias.....	Idem.....	8,31
Castellón.....	Idem (la de Castilla).....	64,41
Ciudad Real.....	Idem.....	61,21
	Aranzada.....	36,72
Coruña.....	Ferrado de 900 varas.....	6,39
Cuenca.....	Fanega (la de Castilla).....	64,41
Gerona.....	Vesana.....	21,87
Granada.....	Fanega (la de Castilla).....	64,41
	Marjal.....	5,28
Guadalajara.....	Fanega.....	31,05
Guipúzcoa.....	Idem.....	34,33
Huelva.....	Idem.....	36,89

PROVINCIAS	MEDIDAS ANTIGUAS	ÁREAS
Huesca.....	Fanega.....	7,15
Jaén.....	Idem.....	62,62
León.....	Hemina de secano.....	9,39
Lérida.....	Jornal.....	43,58
Logroño.....	Fanega.....	19,02
Lugo.....	Ferrado.....	4,37
Madrid.....	Fanega.....	34,24
Málaga.....	Idem.....	60,37
Murcia.....	Hanegada de secano.....	67,08
Navarra.....	Robada.....	8,98
Orense.....	Ferrado.....	6,29
Oviedo.....	Día de buey.....	12,58
Palencia.....	Obrada.....	53,83
Pontevedra.....	Ferrado.....	6,29
Salamanca.....	Huebra.....	44,72
Santander.....	Carro de tierra.....	1,78
Segovia.....	Obrada.....	39,30
Sevilla.....	Fanega.....	59,45
	Aranzada.....	47,56
Soria.....	Fanega.....	22,36
Tarragona.....	Cana de Rey.....	60,84
Teruel.....	Yunta.....	44,72
Toledo.....	Fanega de 500 estadales.....	46,97
	Idem de 400 id.....	37,58
Valencia.....	Hanegada.....	8,31
Valladolid.....	Obrada.....	46,58
Vizcaya.....	Peonada.....	3,80
Zamora.....	Fanega.....	33,54
	Cahiz.....	67,08
Zaragoza.....	Cuartal.....	2,38

## ÍNDICE DE MATERIAS

	Páginas.
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO PRIMERO	
LA ALIMENTACIÓN DE LAS PLANTAS	
I.— <i>Los alimentos de las plantas</i> .....	11
Nutrición de las plantas: alimentos.....	11
Naturaleza de los elementos nutritivos.....	12
Origen y forma asimilable de cada elemento nutritivo.....	13
Carbono.....	13
Hidrógeno y oxígeno.....	14
Nitrógeno. Importancia del estudio del origen y asimilación del nitrógeno.....	15
El nitrógeno atmosférico.....	16
Fijación del nitrógeno libre del aire por el suelo.....	17
El amoniaco y el ácido nítrico del aire.....	20
El nitrógeno de las aguas meteóricas.....	21
El amoniaco aéreo y la vegetación.....	21
El amoniaco aéreo y la tierra vegetal.....	22
Circulación del amoniaco en la superficie del globo.....	24
El nitrógeno del suelo.....	25
El nitrógeno orgánico.....	26
El nitrógeno amoniacal.....	26
El nitrógeno nítrico.....	27
Producción de los nitratos.—La nitrificación natural.....	28
Condiciones de la nitrificación.....	28
El fermento nítrico y el fermento nítrico.....	30
Reducción de los nitratos.....	30
Las fuentes del nitrógeno.....	31
El nitrógeno de las cosechas.....	32
Resumen y conclusiones.....	33
Origen y forma asimilable de los elementos fijos ó minerales.....	35
Fósforo.....	35
Azúfre.....	36
Silicio.....	36
Cloro.....	37
Potasio.....	37
Sodio.....	38
Calcio.....	38
Magnesio.....	38

	Páginas.
Hierro.....	38
Manganeso.....	39
Valor fisiológico y valor agrícola de los elementos nutritivos.....	39
II.— <i>La tierra arable</i> .....	39
Formación de la tierra arable: destrucción progresiva de las rocas.....	40
Tierras locales y tierras de transporte.....	41
Materia orgánica de las tierras.....	41
Capas de la tierra arable.....	42
Elementos constitutivos de la tierra arable.....	42
Elementos físicos.....	42
Arena silicea.....	42
La arcilla.....	43
Caliza.....	43
El humus.....	43
Elementos químicos de la tierra arable.....	46
El nitrógeno de las tierras arables.....	46
El ácido fosfórico.....	47
La potasa.....	47
La cal.....	48
Necesidad del carbonato de cal.....	48
Los otros elementos químicos de la tierra arable.....	49
Clasificación de los elementos constitutivos de la tierra arable.....	50
Poder absorbente de la tierra vegetal.....	50
Explicación del poder absorbente.....	51
Consecuencias prácticas.....	54
Composición de las disoluciones contenidas en las tierras de cultivo.....	54
El nitrógeno atmosférico y la tierra vegetal.....	58
Clasificación de las tierras de cultivo.....	58
Fertilidad natural de la tierra.....	63
Condiciones de la fertilidad.....	63
Influencia de la constitución física.....	63
Influencia de la composición química.....	63
Influencia del espesor de la tierra vegetal.....	64
Otras condiciones de la fertilidad.....	65
Esterilidad de las tierras.....	65
Tierras estériles ó defectuosas para el cultivo por su constitución física.....	66
Tierras estériles por su composición química.....	67
Esterilidad por insuficiencia.....	67
Esterilidad por exceso de elementos nutritivos.....	67
Esterilidad debida á sustancias nocivas para los vegetales.....	68
III.— <i>Exigencias de los principales cultivos en elementos fertilizantes</i> .....	69
Composición de las cosechas.....	69
Exigencias anuales de los diversos cultivos en principios fertilizantes.....	72

## CAPÍTULO II

### ABONOS INORGÁNICOS Ó MINERALES

Definición de los abonos.....	79
Necesidad é importancia de los abonos.....	79
Valor absoluto y valor relativo de los abonos.....	80
Denominación de los abonos.....	81
Clasificación de los abonos.....	82
Abonos minerales: definición y división.....	83
I.— <i>Abonos nitrogenados</i> .....	84
Generalidades.....	84
Nitrato de sosa.....	90
Nitrato de potasa.....	96

	Páginas.
Nitrerías artificiales.....	97
Abonos amoniacales.....	98
Sulfato de amoniaco.....	98
Comparación entre el nitrato de sosa y el sulfato de amoniaco.....	103
Hollín.....	104
II.— <i>Abonos fosfatados</i> .....	105
Generalidades.....	105
Formas del ácido fosfórico.....	108
Fosfatos de cal naturales.....	108
Superfosfatos.....	110
Fabricación de los superfosfatos.....	110
Teoría de la fabricación.....	111
Superfosfatos enriquecidos.....	112
Fosfatos precipitados.....	113
Retrogradación de los superfosfatos.....	113
Valor agrícola de los abonos fosfatados.....	115
Comparación del valor agrícola de los superfosfatos y de los fosfatos precipitados.....	116
Comparación del valor agrícola de los superfosfatos y fosfatos precipitados con el de los fosfatos naturales.....	122
Acción del sulfato de los superfosfatos sobre la potasa.....	128
Empleo de los superfosfatos, fosfatos precipitados y fosfatos naturales.....	130
Incompatibilidad de los nitratos y de los superfosfatos.....	133
Superfosfatos amoniacales.....	134
Superfosfatos potásicos.....	135
Escorias de desfosforación.....	135
Composición.....	135
Pulverización.....	136
Importancia de la producción.....	137
Valor fertilizante.....	137
Adquisición y empleo.....	138
Precipitado Thomas.....	139
III.— <i>Abonos potásicos</i> .....	141
Generalidades.....	141
Sales potásicas.....	146
Nitrato de potasa.....	146
Cloruro de potasio.....	146
Sulfato de potasa.....	148
Carbonato de potasa.....	149
Sales de Stassfurt.....	150
Aguas madres de las marismas y lagunas saladas.....	151
Empleo de las sales potásicas.....	151
Cenizas.....	155
IV.— <i>Abonos calcáreos</i> .....	158
Generalidades.....	158
Cal.....	159
Marga.....	170
Escombros ó restos de la demolición de los edificios.....	175
Faluns ó calizas conchíferas.....	176
Arenas conchíferas.....	176
Polvo calizo de las carreteras.....	176
V.— <i>Abonos estimulantes</i> .....	177
Yeso.....	177
Sal común.....	185
Abonos ferruginosos.....	187
El hierro en las plantas y en el suelo.....	187
Óxido de hierro.....	188
Sulfato de hierro.....	188

CAPÍTULO III

ABONOS ORGÁNICOS

Generalidades.....	193
I.— <i>Abonos vegetales</i> .....	196
Plantas enterradas en verde.....	196
Restos de vegetales.....	199
Abono Jauffret.....	200
Purin vegetal.....	201
Residuos de industrias que utilizan los vegetales como primera materia.....	201
II.— <i>Abonos animales</i> .....	205
Animales muertos.....	206
Sangre desecada y pulverizada.....	209
Desperdicios de mataderos.....	211
Residuos de pesquerías.....	211
Residuos de fabricación de varios productos animales.....	213
Huesos.....	216
Negro animal.....	220
Materias fecales del hombre.....	222
Sistema de depósitos fijos. Abono flamenco.....	223
Sistema divisor. Poudrette ó fenta desecada.....	225
Sistema de depósitos móviles.....	228
Sustancias absorbentes y desinfectantes que se mezclan á las deyecciones.....	229
Sistema á la tierra ó de Moule.....	231
Sistema Rochdale.....	232
Procedimiento de Goux.....	232
Negro animalizado.....	232
Taffo.....	232
Aprovechamiento de las aguas fecales de las alcantarillas en el riego directo.....	233
Sistema de canalización tubular y neumática.....	235
Aprovechamiento de las orinas.....	236
Deyecciones de los animales.....	238
Sirle.....	239
Palomina.....	240
Gallinaza.....	241
Guano.....	241

CAPÍTULO IV

ABONOS MIXTOS NATURALES

Abonos mixtos.....	249
Abonos mixtos naturales.....	249
I.— <i>Estiércol</i> .....	249
Materias primeras del estiércol.....	250
Deyecciones.....	250
Orinas de los animales.....	250
Excrementos sólidos de los animales.....	251
Deyecciones mixtas.....	252
Camas de los ganados.....	253
Fermentación del estiércol.....	254
Estiércoles de las diversas especies de ganados.....	258
Estiércol normal.....	260

Determinación de la cantidad de estiércol producido en una explotación.....	261
Influencia de las cuadras y establos en la producción del estiércol.....	263
Estiércol fresco y estiércol fermentado.....	264
Obtención de los estiércoles fermentados.....	266
Preparación del estiércol.....	267
Preparación en los establos.....	267
Preparación en los patios y calles.....	268
Preparación en los estercoleros; formación del montón.....	268
Preparación en zanjas.....	270
Conservación del estiércol.....	271
Composición del estiércol.....	275
Distribución y enterramiento del estiércol.....	277
Valor y precio del estiércol.....	280
Duración de los efectos del estiércol.....	281
Estiércol de caballo.....	281
II.— <i>Otros abonos mixtos naturales</i> .....	284
Compuestos fertilizantes.....	284
Barreduras de las poblaciones.....	286
Légamos ó cienos.....	287

CAPÍTULO V

ABONOS MIXTOS ARTIFICIALES—LOS ABONOS Y LAS TEORÍAS CAMPOS DE EXPERIENCIAS

I.— <i>Abonos mixtos artificiales</i> .....	289
Abonos artificiales.....	289
Abonos artificiales primeras materias.....	289
Abonos mixtos artificiales. Origen y fundamento de su fabricación.....	290
Preparación de los abonos mixtos artificiales.....	292
Inconvenientes que ofrece el empleo de los abonos mixtos artificiales.....	293
Mezclas de abonos minerales preparadas por el agricultor.....	295
<b>Fórmulas de abonos minerales</b> .....	300
Abono para trigo.....	300
— — cebada, centeno y avena.....	300
— — avena para forraje.....	301
— — maíz.....	301
— — maíz para forraje.....	301
— — arroz.....	301
— — plántulas de arroz.....	302
— — habas, habichuelas y judías para obtener semillas.....	302
— — guisantes, garbanzos, lentejas, yeros, guijas y demás leguminosas para obtener semillas.....	302
— — habas, yeros y demás leguminosas para forraje.....	302
— — alfalfa, trébol y esparceta.....	303
— — praderas naturales de guadañar.....	303
— — — de pastar.....	303
— — pelouses ó céspedes.....	303
— — lino.....	304
— — cáñamo.....	304
— — azufre.....	305
— — tabaco.....	305
— — caña de azúcar.....	306
— — remolacha azucarera.....	306
— — — forrajera.....	307
— — zanahorias.....	307
— — nabos, rábanos y colinabos.....	307

	Páginas.
Abonos para patatas.....	308
— — cebollas.....	309
— — ajos.....	309
— — melones y sandías.....	309
— — calabazas y pepinos.....	310
— — pimientos y tomates.....	310
— — berengena, coliflor y otras hortalizas utilizables por sus flores ó frutos.....	310
— — espárragos, lechuga y otras hortalizas utilizables por sus hojas y tallos.....	310
— — fresas.....	311
— — vid.....	311
— — olivo.....	314
— — naranjo.....	315
— — frutales de pepita.....	316
— — — de hueso.....	317
— — almendro.....	317
— — granado.....	317
— — jardinera.....	317
— — cultivos por hojas.....	320
Modo de verificar las mezclas de abonos minerales.....	323
Aplicación de las mezclas de abonos minerales.....	326
Falsificación de los abonos artificiales.....	327
Sindicatos para la compra de abonos.....	333
Ventajas, objeto y carácter de los sindicatos.....	333
Relaciones de los sindicatos con los abastecedores.....	334
Funcionamiento de los sindicatos.....	337
II.— <i>Los abonos y las teorías</i> .....	339
Los abonos en sus relaciones con la teoría del humus y la teoría mineral.....	340
Azoístas y alcalinistas.....	341
Ley de la restitución mineral.....	342
Insuficiencia del estiércol.....	343
La escuela de los abonos químicos.....	346
Composición de los vegetales.....	346
El abono completo.....	347
Principio de las fuerzas colectivas.....	348
Teoría de los dominantes.....	348
Resumen y conclusiones.....	353
Objeciones á la doctrina de los abonos químicos.....	354
Empleo mixto del estiércol y de los abonos minerales.....	359
La sideración ó método sideral.....	360
Análisis del suelo por la planta.....	362
Determinación de la cantidad de elementos que hay que restituir al suelo.....	369
Ensayo comparado de los abonos.....	371
Campos de experiencias de las Estaciones agrícolas.....	373
Campos de experiencias de las escuelas primarias.....	377
Campos de demostración.....	380

#### APÉNDICE

Cuadro de equivalencias de las antiguas medidas de superficie usuales en nuestras provincias referidas á la hectárea.....	383
---	-----

# ABONOS

Los Sres. Roggen y Compañía

Proveedores

DE LA

Cámara Agrícola Oficial de Valencia.

Ofrecen á los agricultores

## PRIMERAS MATERIAS

para prepararse los abonos para cada cultivo con arreglo á las fórmulas aprobadas por la Cámara Agrícola Oficial de Valencia, publicadas en la Cartilla, y para los que no quieran preparárselas, esta casa se encarga de hacerlo con la mayor economía.

Representando en España las más importantes casas extranjeras en

**Nitrato de sosa, Sulfato de amoníaco, Superfosfatos de cal, Sales de potasa, etc.,**

pueden ofrecer á los señores agricultores y fabricantes de guano los más ventajosos precios y las mayores seguridades y garantías en que los productos que venden son siempre los más puros y de la más alta graduación, estando siempre sometidos al análisis é inspección del químico doctor D. Bernardo Aliño.

ROGGEN Y COMPAÑÍA

FELIX PIZCUETA, 1, VALENCIA

REPRESENTANTE:

D. MANUEL CARRERAS SANCHÍS

Pez, 36, MADRID

	Páginas.
Abonos para patatas.....	308
— — cebollas.....	309
— — ajos.....	309
— — melones y sandías.....	309
— — calabazas y pepinos.....	310
— — pimientos y tomates.....	310
— — berengena, coliflor y otras hortalizas utilizables por sus flores ó frutos.....	310
— — espárragos, lechuga y otras hortalizas utilizables por sus hojas y tallos.....	310
— — fresas.....	311
— — vid.....	311
— — olivo.....	314
— — naranjo.....	315
— — frutales de pepita.....	316
— — — de hueso.....	317
— — almendro.....	317
— — granado.....	317
— — jardinera.....	317
— — cultivos por hojas.....	320
Modo de verificar las mezclas de abonos minerales.....	323
Aplicación de las mezclas de abonos minerales.....	326
Falsificación de los abonos artificiales.....	327
Sindicatos para la compra de abonos.....	333
Ventajas, objeto y carácter de los sindicatos.....	333
Relaciones de los sindicatos con los abastecedores.....	334
Funcionamiento de los sindicatos.....	337
II.— <i>Los abonos y las teorías</i> .....	339
Los abonos en sus relaciones con la teoría del humus y la teoría mineral.....	340
Azoístas y alcalinistas.....	341
Ley de la restitución mineral.....	342
Insuficiencia del estiércol.....	343
La escuela de los abonos químicos.....	346
Composición de los vegetales.....	346
El abono completo.....	347
Principio de las fuerzas colectivas.....	348
Teoría de los dominantes.....	348
Resumen y conclusiones.....	353
Objeciones á la doctrina de los abonos químicos.....	354
Empleo mixto del estiércol y de los abonos minerales.....	359
La sideración ó método sideral.....	360
Análisis del suelo por la planta.....	362
Determinación de la cantidad de elementos que hay que restituir al suelo.....	369
Ensayo comparado de los abonos.....	371
Campos de experiencias de las Estaciones agrícolas.....	373
Campos de experiencias de las escuelas primarias.....	377
Campos de demostración.....	380

#### APÉNDICE

Cuadro de equivalencias de las antiguas medidas de superficie usuales en nuestras provincias referidas á la hectárea.....	383
---	-----

# ABONOS

Los Sres. Roggen y Compañía

Proveedores

DE LA

Cámara Agrícola Oficial de Valencia.

Ofrecen á los agricultores

## PRIMERAS MATERIAS

para prepararse los abonos para cada cultivo con arreglo á las fórmulas aprobadas por la Cámara Agrícola Oficial de Valencia, publicadas en la Cartilla, y para los que no quieran preparárselas, esta casa se encarga de hacerlo con la mayor economía.

Representando en España las más importantes casas extranjeras en

**Nitrato de sosa, Sulfato de amoníaco, Superfosfatos de cal, Sales de potasa, etc.,**

pueden ofrecer á los señores agricultores y fabricantes de guano los más ventajosos precios y las mayores seguridades y garantías en que los productos que venden son siempre los más puros y de la más alta graduación, estando siempre sometidos al análisis é inspección del químico doctor D. Bernardo Aliño.

ROGGEN Y COMPAÑÍA

FELIX PIZCUETA, 1, VALENCIA

REPRESENTANTE:

D. MANUEL CARRERAS SANCHÍS

Pez, 36, MADRID

# ABONOS AMADEO CROS

Princesa, 21  
BARCELONA

FÁBRICA EN BADALONA DE PRODUCTOS QUÍMICOS  
PARA LA INDUSTRIA Y AGRICULTURA  
MATERIAS PARA ABONOS

Sulfato amoniaco, Superfosfatos, Sales potásicas,  
Nitrato sosa, Sulfatos de hierro  
y de cobre, etc., etc.

Depósitos en Albacete, Alicante, Gandía,  
Granada, Málaga, Motril, Murcia, Pasajes,  
Sueca, Valencia, Zaragoza.

Para noticias dirigirse á Juan Martínez Benítez, Albacete.—José Carbonell Vilaplana, Alcoy.—Hijo de Valeriano García, Alicante.—Ramón González, Almería.—Juan Sugañes, Amposta.—José Toro Castro, Antequera.—Agustín Torres, Castellón.—José Rivas Moreno, Ciudad Real.—Manuel Lorenzo (Cabezas, 12), Córdoba.—Gregorio Carratalá, Gandía.—Félix Valdés y Comp.<sup>ª</sup>, Gijón.—Juan Vilchez Atienza, Granada.—Andrés Pons, Logroño.—Mariano Matanzas (plaza Matute, 5), Madrid.—Guerrero y Comp.<sup>ª</sup>, Málaga.—Hijos de Pedro Macías, Mérida.—Vicente González, Motril.—José Vidal, Montpalau (por San Guim), Lérida.—José M.<sup>º</sup> Giner, Murcia.—R. Monegal Nogués, Pasajes.—José Samaranch, Sabadell.—Esteban de Carrillo y Viteri, Santander.—José González Espejo, Sevilla.—José M.<sup>º</sup> Serrano Ferrando, Sueca.—Antonio Gilabert, Tortosa.—Mariano Izquierdo, Valencia.—Antonio Quemada (Nuñez de Arce, 37), Valladolid.—Maximino González, Valls.—Manuel Lavall, Zaragoza.

# LOS ABONOS

## MINERALES

bien empleados producen siempre un aumento de cosecha  
muy superior al gasto.

Todas las cosechas necesitan  
**ázoe, ácido fosfórico y potasa.**

Emplead, exigiendo siempre garantía de graduación  
en facturas y sacos, como

Abono fosfatado, las **Escorias Thomas** de 15 á  
18 % ácido fosfórico soluble, de precio económico y de  
efecto seguro y duradero.

Abono potásico, las **Sales de Stassfurt** bajo ga-  
rantía del Sindicato de ventas, en las formas de sulfato  
ó cloruro de potasio ó sales de abono ó kainita.

Abono azoado, el **Sulfato de amoniaco** de 20 21 %  
ázoe ó el **Nitrato de sosa** de 95 % pureza (15-16 %  
ázoe).



Para prospectos é informes detallados  
sobre el empleo, dirigirse al Agente ge-  
neral.

## D. Otto Medem.

VALENCIA

BARCELONA

BILBAO

# MIRAT É HIJO

**Salamanca.**



GRAN FÁBRICA

BIBLIOTECA

DE

GUANOS, ABONOS QUÍMICOS Y MINERALES

PARA TODOS LOS TERRENOS Y CULTIVOS

**PREMIADOS**

**Con medallas y diplomas en varias Exposiciones.**

CERTIFICADOS DE IMPORTANTES AGRICULTORES

QUE LOS EMPLEAN

**Catálogos y consultas gratis.**

Venta de primeras materias y elaboración de abonos garantizados con arreglo á fórmulas que desee el agricultor.

# NOGUERA HERMANOS Y COMPAÑÍA

Arzobispo Mayoral, 9, pral.

**VALENCIA**

FÁBRICA DE ACEITES DE SEMILLAS

Especialidad en coco.

MOLINO DEL AMPARO, CARRETERA REAL DE MADRID

Pasta y harina de coco

para la alimentación de toda clase de ganados.

FÁBRICAS DE ABONOS QUÍMICOS

CAMINO DEL GRAO, NÚM. 96

**VALENCIA**

CALLE DE LA ALAMEDA (frente al río Júcar)

**CULLERA**

**GUANO DE "LA NOGUERA"**

Abonos vitícola y especiales

para cada clase de cultivo.

**Sulfato de amoniaco, Sales de potasa, Superfosfatos, Nitrato de sosa, Sulfato de hierro.**

**GUANOS**  
ó  
**ABONOS MINERALES**

DE LA

Compañía Agrícola y Salinera

DE

**FUENTE-PIEDRA**

**MEDALLA DE ORO**

en las

Exposiciones universales de París

Y DE

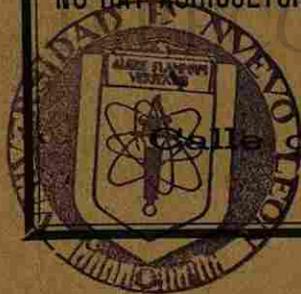
**Barcelona.**

**Gran Diploma de honor en Londres.**

Se remiten gratis Tarifas y prospectos.

Precios libres de todo gasto de porte para el labrador hasta toda estación de ferrocarril y puerto.

**NO HAY AGRICULTURA POSIBLE SIN ABONAR LAS TIERRAS**



DIRECCIÓN:

Calle de Preciados, 53

MADRID

BIBLIOTECA

**LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Fábrica de abonos químicos para toda clase de cultivos  
DE

**JULIÁN ORTIGOSA** (Sucesor de Ortigosa y Esteban)

**BARRIO JIMENO, 16**

**OFICINAS: Benito Gutiérrez, 1, 3.ª izquierda, Burgos**  
**CASA FUNDADA EN 1893**

Premiada con dos diplomas de primera clase en la Exposición Agrícola Castellana celebrada en Valladolid por iniciativa del Centro de Labradores; una medalla de plata y otra de bronce en la regional de Logroño, y medalla de plata en la Feria-Concurso Agrícola de Barcelona, únicos certámenes a que ha concurrido.

**Abonos completos** para el cultivo intensivo de las plantas más importantes, predominantemente nitrogenados, predominantemente potásicos y predominantemente fosfatados, a base de sulfato de amoníaco, nitratos de sosa y potasa, cloruro y sulfato potásicos y superfosfatos minerales, ordinarios y concentrados.

**Abonos incompletos** para rotaciones de cosechas, legumbres y prados artificiales.

**Abonos especiales** destinados a la remolacha azucarera de los cuales una fórmula es combinable con el estircol y la otra se emplea sola en las tierras de buenas condiciones mecánicas.

**PUBLICACIONES DE ESTA CASA**

**Instrucción práctica para el uso racional de los abonos químicos.**—Folleto de 20 páginas escrito en armonía con los principios reconocidos hoy por la ciencia.

**Los superfosfatos y sus aplicaciones en Agricultura.**—Memoria explicativa de su fabricación y usos.

**Cultivo de la remolacha destinada a la producción de azúcar.**—Folleto donde se dan las reglas para organizar esta explotación agrícola en buenas condiciones.

Toda la correspondencia a D. Julián Ortigosa, calle de Benito Gutiérrez, número 1, 3.ª, Burgos.

**CAMPOS ELISEOS DE LÉRIDA**

**GRAN ESTABLECIMIENTO DE ARBORICULTURA Y FLORICULTURA**

DIRECTOR PROPIETARIO:

**D. FRANCISCO VIDAL Y CODINA**

COMISARIO DE AGRICULTURA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA,  
PROVEEDOR DE LA ASOCIACIÓN DE AGRICULTORES DE ESPAÑA

**CULTIVOS EN GRANDE ESCALA PARA LA EXPORTACIÓN**

**Especialidades para la formación de jardines y parques.**

**Frutales de todas clases**, los más superiores y nuevos que en España se conocen.

**Árboles maderables**, de paseo y de adorno.

**Plantas de jardinería**, todo cultivado con el mayor esmero y a precios sumamente económicos.

Mag. fino surtido de Jacintos de Holanda, Tulipas, Anémonas y demás bulbos y rizomas de flor. Semillas de plantas forrajeras para terrenos de secano y de regadío. Plantas de *Lathyrus sylvestris* Wagner.

**VIDES AMERICANAS**

Variedades las más resistentes a la filoxera y a la clorosis, de garantizada autenticidad.

**Injertos por encargos en grandes cantidades**

**TRANSPORTE EN TARIFA ESPECIAL POR TODAS LAS LÍNEAS FERREAS DE ESPAÑA**

Se envían los catálogos especiales de precios corrientes de este año, gratis por el correo, a quien los pida.

**SOCIEDAD**  
**ANÓNIMA ESPAÑOLA DE DINAMITA**

(PRIVILEGIOS A. NOBEL)

**Y DE PRODUCTOS QUÍMICOS**  
**BILBAO**

SUPERFOSFATOS Y ABONOS QUÍMICOS COMPUESTOS DE SU FABRICA  
**LA CANTÁBRICA**

Reconocida la superioridad de estos ABONOS en gran número de ensayos llevados á cabo por muchos agricultores y Granjas-modelo, esta Sociedad, que siempre ha ofrecido las mayores ventajas, tanto en la calidad como en los precios de sus acreditados é inmejorables productos, se limita por hoy á consignar que los pedidos que se la hagan pueden ser dirigidos á su domicilio social.

**Calle de la Lotería, núm. 3. — BILBAO**

GRAN ESTABLECIMIENTO  
DE  
**HORTICULTURA Y ARBORICULTURA**

de  
**E. Veyrat Hermanos.**

HORTICULTORES

**Calle del Mar, 42**

**VALENCIA**

Especialidades y grandes cultivos de **Arboles frutales, Naranjos, Limoneros, Rosales, Claveles valencianos** y completo surtido de semillas.

**EXPORTACIÓN Á TODAS PARTES**

CATÁLOGO

**COLECCIÓN DE CUENTOS ESCOGIDOS**

**MORALES, INSTRUCTIVOS Y AMENOS**

publicados por la

**Casa editorial de Rivas Moreno.**

**SERRANO, 14, MADRID**

**La conversión de Nay.**

**El escapulario.**

**La bravura de un gitano.**

**El perro encantado.**

**Yoki-Shiro y el anillo de la virtud.**

**La isla de los demonios.**

**El Cazador feliz y el Pescador hábil.**

**El espejo.**

**El pescadorelto Hurashinea.**

**El hombre del lobanillo.**

**La montaña de Kachi-Kachi.**

**Las travesuras de Kitchko.**

**El príncipe Yamomoto.**

## OBRAS EN PRENSA

**Guía práctica del criador de reses vacunas,** por González Pizarro, Catedrático de Veterinaria.—Se pondrá en breve á la venta.

**Arboricultura,** los árboles frutales, su cultivo y explotación en España.

**Tratado completo de ganado lanar,** sus cuidados y explotación en España; obra eminentemente práctica y con profusión de grabados.

DE RIVAS MOY

**La plaga de langosta,** sus estragos y medio de combatirla, cinco tomos, 17 pesetas.

**El crédito agrícola y el ahorro,** un tomo, 2 pesetas.

**Plagas del campo,** un tomo, una peseta.

BIBLIOTECA CATÓLICA

t  
v  
El jefe del mundo ó consejos que un padre á su hijo al salir del colegio, por el Sr. Alejandro Real.—Precio: 1,50 pesetas.

ANIL

DE NUEVO LEÓN

®

BIBLIOTECAS

