

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-magnésiano.

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 *quem* 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 envuelven 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 amoníaco 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 amoníaco.

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 descienden 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