

Supongamos, por ejemplo, que nuestro terreno sea escaso de anhídrido fosfórico, y, por el contrario, que sea rico en ázoe y suficientemente provisto de potasa y cal. ¿Cómo haremos para aumentar solamente el contenido de anhídrido fosfórico con el estiércol?

Será preciso llevar con el 3 por 1,000 de anhídrido fosfórico, el 5 por 1,000 de ázoe y el 5 por 1,000 de potasa, ázoe y potasa, en este caso, inútiles y perdidos.

Dígase lo mismo, cuando un cultivo, por ejemplo, de la vid, tenga exigencias especiales de un elemento, el elemento dominante, que en este caso es la potasa; con el estiércol, para dar mucha potasa, tendremos necesidad de dar también mucho ázoe, etc., el que, además de perderse, puede perjudicar, como perjudica, las necesidades especiales del cultivo de que se trata.

El estiércol, para ser útil a la nutrición de las plantas debe *mineralizarse*, esto es, debe transformarse en sales minerales que, disueltas en agua, son absorbidas por las pequeñas raíces de las mismas plantas.

Esta mineralización del estiércol no es muy rápida, y por esto se deben abonar con estiércol las tierras en otoño, y frecuentemente debe suministrarse en un cultivo precedente, para que sea eficaz a las plantas a que se destina.

Suministrando el estiércol al cultivo precedente, o sea antes de sembrar las plantas herbáceas a las cuales se destina, éstas lo encontrarán ya mineralizado y podrán inmediatamente aprovecharse de ello. Además, con este sistema se impedirá que el estiércol favorezca el desarrollo de enfermedades criptogámicas. En efecto, si se da directamente el estiércol cuando se siembra el trigo o se siembran las patatas, está demostrado que

éste favorece el desarrollo de enfermedades criptogámicas, como el carbón (*Ustilago carbo*, Tul.), el cha-huixtle (*Puccinia graminis*), la caries (*Tilletia caries*, Tul.) en el trigo, y como el tizón tardío en las papas (*Phytophthora infestans*).

De esto que hemos dicho antes, se deduce la gran importancia que tienen los abonos minerales y químicos simples, los abonos azoados, los fosfáticos, los potásicos y también los calcáreos, los cuales, además proporcionan a las plantas los elementos nutritivos bajo formas asimilables inmediata y prontamente.

El estiércol, sin embargo, siendo un residuo gratuito, producido en la hacienda, de la cría del ganado y del cultivo, tiene siempre gran importancia y debe ser cuidadosamente recogido y conservado.

Extráigase del establo lo más frecuentemente posible y acumúlese en estercolero a propósito, disponiéndolo en capas con tierra arcillosa, mejor si calcinada en hormigueros,¹ una capa de 50 centímetros de estiércol muy pisado y comprimido, y otra de 4 a 5 centímetros de tierra, y teniéndolo siempre húmedo, derramando continuamente, todas las veces que empieza a secarse, sobre él las coladuras del establo y del mismo estercolero, coladuras que se recogen en pequeños pozos, anexos a aquellos.

Disponiendo el estiércol en capas con un poco de tierra, se regula su fermentación, y, conservándolo húmedo, se impide que se deseque y se queme, perdiendo el amoníaco, el cual está también fijado por las capas de tierra arcillosa interpuestas en la masa.

¹ Véase el significado de esta palabra en el Diccionario de la Academia Española.

El estiércol bien gobernado en el estercolero, se forma muy bien y así es muy útil a los cultivos.

Se suministran hasta 30 toneladas de estiércol por hectárea. Pero está demostrado que es mejor suministrarlo en pequeñas cantidades y muy a menudo.

Otros abonos orgánicos

Además del estiércol hay otros abonos de origen orgánico, que son: la sangre, los cuernos y uñas de los animales, las crisálidas de los gusanos de seda, los residuos de tenería y residuos de cueros, andrajos de lana, pelos y plumas.

La sangre desecada contiene, por término medio, desde el 10 hasta el 13 por ciento de ázoe, desde el 0.50 hasta el 1.50 por ciento de anhídrido fosfórico, desde el 0.60 hasta el 0.80 por ciento de potasa. Es, como se ve, un abono eminentemente azoado. Este ázoe se transforma rápidamente en el terreno, nitrificándose, y por esto la sangre es un abono de pronto efecto, que lleva a las tierras también mucho *humus*, por lo cual es aún muy eficaz y útil.

Las raspaduras de cuernos y uñas son ricas en fosfatos, y sobre todo en ázoe, del cual pueden contener hasta el 16 por ciento; constituyen, sin embargo, un abono de lento efecto, adaptado para las plantas arbóreas de largo período vegetativo.

Las crisálidas de gusanos de seda contienen aproximadamente el 9 por ciento de ázoe, el 1.80 por ciento de anhídrido fosfórico y el 0.08 por ciento de potasa, y constituyen un abono eminentemente azoado, muy apreciado por los agricultores.

Es de rápido efecto y es útil a las plantas, también por el *humus* que lleva al terreno.

Los residuos de tenería, de pieles y pelos, contienen mucho ázoe, del 12 al 14 por ciento, y los retazos de cueros contienen desde el 7 hasta el 9 por ciento de ázoe. Son abonos de muy lento efecto, y es necesario tratarlos con cal para reducirlos a un efecto poco más rápido. Convienen solamente para las plantas arbóreas.

Los andrajos de lana contienen asimismo, por efecto de la lana, que es una producción córnea animal, notables cantidades de ázoe, e igualmente los pelos y las plumas son ricos en ázoe, pudiendo contener puro hasta el 15 por ciento.

El guano

El guano está constituido de excrementos de volátiles, principalmente marinos, mezclados aun a sus cadáveres. El guano del Perú contenía desde el 3 hasta el 9 por ciento de ázoe y desde el 12 hasta el 25 por ciento de anhídrido fosfórico, y un 2 por ciento de potasa.

Es abono de pronto efecto, muy rico en ázoe y en anhídrido fosfórico.

En muchas islas de México hay guanos de mucho valor fertilizante. En México hay también mucho *guano de murciélago* en las cuevas habitadas por estos mamíferos. Este guano alcanza a veces a contener el 9 por ciento de nitrógeno y es un óptimo abono.

Naturalmente cualquiera que sea el guano, debe compararse siempre en relación al contenido de elementos fertilizantes, y debe ser analizado.

Los abonos minerales

Los abonos que principalmente se usan en la agricultura moderna son los abonos minerales, que pueden considerarse como la materia prima, que el agricultor transforma en productos agrarios por medio de las plantas.

En efecto, de la misma manera que el fabricante de tejidos, para obtener sus productos, tiene necesidad de determinadas cantidades y cualidades de hilados, así también el agricultor moderno, para obtener los diversos productos agrarios, tiene necesidad de determinadas cualidades y cantidades de elementos fertilizantes, proporcionados por los abonos que él transforma con el mecanismo maravilloso de las plantas, mecanismo movido por la energía calorífica y luminosa del sol.

Los abonos minerales se dividen en abonos azoados, fosfatados, potásicos y calcáreos.

En el comercio se hallan también abonos minerales o químicos completos, según fórmula, para los diversos cultivos, los cuales no son otra cosa sino mezclas, más o menos racionales, de abonos minerales simples, adaptadas a los diversos cultivos.

Los agrónomos no aconsejan valerse de estos abonos completos, sino que incitan a los agricultores a hacer ellos mismos las mezclas según las exigencias especiales de las tierras y de los cultivos.

Para formarnos una idea sintética de los abonos minerales, reproducimos la siguiente tabla sinóptica:

Abonos minerales....	Azoados.	Sulfato amoníaco. Nitrato de calcio. Nitrato de sodio. Calcio-cianamido.
	Fosfatados.	Fosfatos minerales. Fosfatos de huesos. Superfosfatos. Escorias-Thomas o de defosforación.
	Potásicos.	Ceniza. Kainita y sales en bruto de Stassfurt. Cloruro potásico.
	Calcáreos.	Cal. Yeso. Marga.

Dadas las condiciones de la agricultura mexicana y el precio de los fletes de los ferrocarriles, será difícil y poco conveniente por ahora a muchas haciendas valerse de abonos minerales, importados de lejos; pero para las haciendas cercanas a las grandes ciudades y a los puertos, será siempre conveniente hacer intensiva su agricultura con racionales rotaciones, cultivos especiales y con el uso de los abonos minerales, sosteniendo aún para ellos fuertes gastos de fletes.¹

Los abonos minerales azoados

Suponemos que nuestros lectores tengan las necesarias nociones elementales de química y sepan lo que es el ázoe o nitrógeno.

Creemos debido, sin embargo, decir que el ázoe o nitrógeno es un gas incoloro, sin olor e inerte, que cons-

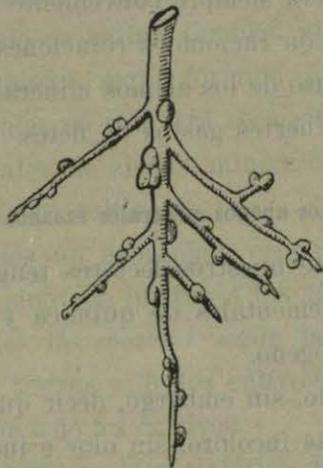
¹ Cuando se escribió la primera edición todavía no estaba en vigor la tarifa ferrocarrilera especial para los abonos, la que favorece el consumo de ellos en toda la República.

tituye aproximadamente las cuatro quintas partes en volumen del aire que respiramos, y sirve para mitigar la acción del oxígeno.

El ázoe es un gas inerte, que tiene poca afinidad química; esto es, que tiende a mantenerse libre, y difícilmente se combina con otros elementos.

Las plantas tienen necesidad de asimilar ázoe, porque es uno de los elementos que componen las sustancias cuaternarias y las sustancias complejas del protoplasma, que es la materia fundamental en la cual se encierran los misterios de la vida; pero no pueden valerse del ázoe del aire. Es preciso que el ázoe esté bajo la forma de nitrato; esto es, en estado de máxima oxidación, y disuelto en la humedad de la tierra, para que las plantas lo puedan absorber por medio de las raíces.

Hay, además, por el contrario, una familia de plantas, las leguminosas, las cuales tienen la facultad de poder aprovechar el ázoe del aire y esto sucede por virtud de

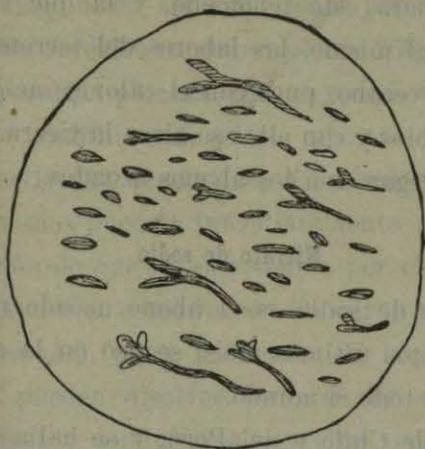


Clisé núm. 1.—Raíz de leguminosa con tubérculos

especiales microbios (*Bacillus radicicola*, *Bey*) (clisé número 2), que viven en simbiosis (vida en sociedad)

con tales plantas, localizándose en las raíces (clisé número 1).

Si nosotros tomamos una raíz de haba, de alfalfa, de frijol, etc., una leguminosa cualquiera, hallaremos en ella pequeños tubérculos o hinchazones. Estos tubérculos, cortados y vistos al microscopio, se presentan llenos de



Clisé núm. 2.—*Bacillus radicicola*

aquellos microbios, los cuales con su actividad pueden fijar el ázoe del aire y proporcionarlo elaborado a la leguminosa que los aloja, facilitando a la misma, por esto, uno de los principales elementos de la nutrición.

Por consiguiente, es inútil suministrar a las leguminosas abonos azoados y, al contrario, es utilísimo suministrarles abonos fosfopotásicos y calcáreos.

Hecha esta excepción, en general las plantas cultivadas absorben el ázoe de las sales del terreno cuando está nitrificado y disuelto en el agua.

El agua sirve como medio para introducir en las plantas, por endósmosis, todas las sales nutritivas.

Así, el ázoe del estiércol, el de los abonos orgánicos y amoniacaes, antes de ser absorbido por las raíces

de las plantas, debe oxidarse y convertirse en nitrato.

Esta nitrificación es elaborada en el terreno por millares de microbios especiales, los cuales obran más o menos rápidamente, según la mayor o menor cantidad de cal y de aire que se halla en el terreno.

De esto se deduce la importancia que tiene la cal en las tierras para este fenómeno, y la que tienen, aun en relación al mismo, las labores del terreno, especialmente en el verano, pues con el calor se activa la vida de los microbios y con ellos se airea la tierra.

Y ahora llegamos a los abonos azoados.

Nitrato de sodio

El nitrato de sodio es el abono azoado que mayormente, en estos últimos años, se usó en la agricultura europea y en todo el mundo.

Proviene de Chile y del Perú, y se halla en extensísimos yacimientos sobre las costas del Pacífico, de donde se extrae con simples procedimientos de purificación.

El nitrato de sodio o de soda, que se vende para abono, se presenta como una sal constituida de pequeños cristales de color variable entre el blanco y el gris, delicuescente e higroscópico, solubilísimo en el agua.

Su grado de pureza varía entre el 94 y el 97 por ciento, y contiene desde el 15 hasta el 16 por ciento de ázoe.

Siendo delicuescente e higroscópico, absorbe con facilidad la humedad y se disuelve, por lo cual debe ser conservado en lugares secos.

Esta sal es de rapidísimo efecto, porque siendo solubilísima, circula inmediatamente en las tierras provistas de suficiente humedad, y viene súbitamente a

comunicarse con la cabellera radical, por la cual es directa e inmediatamente absorbida, estimulando enérgicamente la vegetación, para absorber al mismo tiempo los otros elementos de la fertilidad, para integrar de tal manera la relación de solidaridad.

El nitrato de sosa se suministra en cantidades de 100 kilogramos hasta 150 kilogramos por hectárea para el trigo y los cereales en general, y de 200 hasta 500 kilogramos para las plantas leñosas y de horticultura.

Debe ser suministrado a las plantas cuando éstas estén en actividad vegetativa, o sea en su desarrollo, de manera que puedan inmediatamente absorberlo. Y esto en razón de que no es retenido por el poder absorbente de la tierra, como lo son las otras sales, aun las amoniacales. Así, pues, las aguas de las lluvias y de los riegos pueden disolver los nitratos suministrados a los cultivos y conducirlos con ellas, ocasionando su pérdida.

Por tanto, no se aconseja suministrar en otoño, durante las siembras, nitratos a los cereales de invierno, como se hace con los otros abonos, sino que a estos cereales, como a todas las plantas que crecen en la primavera y en tal estación activan sus funciones, se les suministrarán en primavera.

En las tierras calientes el nitrato se dará en la época, en la cual las plantas se ponen en vegetación, cosa que en tales climas puede suceder en otoño y en invierno. Pero a veces las lluvias y los riegos los arrastran y quitan a los cultivos.

En la Mesa Central, no lloviendo en invierno, se puede suministrar el nitrato en otoño e invierno; porque no hay peligro que las lluvias se lo lleven; pero hay que moderar los riegos.

El nitrato se esparce en cobertera, sin necesidad de soterrarlo, si el terreno está convenientemente húmedo, porque se disuelve en seguida en la humedad de la tierra y se profundiza por sí mismo, circulando libremente en ella. Para esparcirlo más uniformemente y mejor, se mezcla con un volumen triple de arena o de tierra seca y fina; y para no dañar las hojas de las plantas herbáceas, se espera que éstas estén secas, si ha habido rocío o riego. Porque de otro modo el nitrato se disolverá en las gotas de agua que estuvieran en las hojas, y con la evaporación del agua se concentraría la solución, llegando a ser cáustica a las hojas tiernas, que quemaría.

En horticultura y floricultura es muy usado suministrar el nitrato en solución al 2 por 1,000 (2 gramos por litro de agua). Se puede disolver igualmente el nitrato en las pilas cuyas aguas sirven para riego, consiguiendo resultados muy buenos.

En los cultivos precoces y esforzados el nitrato es muy útil.

Además, es recomendable suministrar la cantidad de nitrato destinada para un cultivo, no toda de una vez, sino en dos o tres porciones, por espacio de una quincena después de otra, siguiendo el desarrollo de las plantas. Así el nitrato será de la mejor manera utilizado, y no se correrá el riesgo de verlo llevar y quitar todo, en caso de riegos o de lluvias, que sobreviniesen inesperadamente después de su esparcimiento.

El nitrato de sodio es un abono de grandísima utilidad en agricultura, por su rapidísimo efecto, y es directamente asimilado por las plantas.

Con su aplicación podemos venir en ayuda de un cultivo que sufra y esté atrasado, llamándolo a nueva vi-

da. Los franceses dicen que el nitrato de sosa sirve para dar el *golpe de látigo* a las plantas atrasadas, y este *golpe de látigo* más frecuentemente decide de la suerte de un cultivo, salvándolo y aumentando enormemente la cosecha.

Estudios recientes descubrieron en el nitrato y en los otros abonos minerales propiedades especiales, que tienden a oxidar y destruir las toxinas que las plantas acumulan en el terreno, por lo cual no se puede cultivar útilmente siempre las mismas plantas en un mismo lugar, y se impone la rotación o cambio sucesivo de los cultivos.

En México, a causa de que los cultivos se hacen casi todos de riego o de temporal, es decir, en la estación de las lluvias, el nitrato de sodio no puede emplearse en el gran cultivo, siendo preferible el sulfato amónico.

Nitrato de potasio

El nitrato de potasio contiene desde el 12 hasta el 13 por ciento de ázoe, y desde el 40 hasta el 43 por ciento de potasa. Es un abono azoado y potásico al mismo tiempo.

En agricultura, sin embargo, es poco empleado, porque es costoso y porque más económicamente se puede encontrar el ázoe en el nitrato de soda, y la potasa en el cloruro y en el sulfato de potasio, cuando los fletes no sean muy caros. Pero en este caso, como abono concentrado, es conveniente.

Nitrato de calcio

Es éste un nuevo abono producido por la industria química, aprovechando el ázoe del aire.

Tal industria surgió en Noruega en estos últimos años, y está llamada a rendir grandes servicios a la agricultura.

El nitrato de calcio de la Sociedad Noruega del nitrógeno y de las fuerzas hidro-eléctricas, es un polvo gris, muy a menudo amarillento, muy hidrocópico y que contiene el 13 por ciento de ázoe.

Se vende en barriles de 100, de 50 y de 20 kilogramos, los cuales se deben conservar en lugares muy secos, y abrirlos solamente cuando se emplea el nitrato de calcio que contienen, para evitar que absorba humedad y se vuelva pastoso, inconveniente este que impide su esparcimiento.

La producción de este nuevo abono químico está todavía limitada.

Calciocianamida o cal azoada

Es también éste un nuevo abono azoado, que contiene desde el 15 hasta el 20 por ciento de ázoe, obtenido aprovechando el ázoe del aire, y el 60 por ciento de cal.

Con estos dos últimos abonos químicos no hay que temer por el porvenir de la agricultura, como empezaban a hacerlo algunos agrónomos, preocupados por un próximo agotamiento de los yacimientos de nitrato de soda.

Ahora ya la industria química ha podido vencer las dificultades que presentaba la combinación del ázoe del

aire, y puso a disposición de la agricultura este inagotable manantial de ázoe.

La calciocianamida se fabrica ya en casi todas las naciones de Europa y en los Estados Unidos de América, y su empleo en agricultura aumenta de día en día.

Es preciso, antes de emplearla, que se deje algunos días mezclada con tierra, para que se apague. De otra manera podría quemar las plantas.

Sulfato amónico

El sulfato amónico puro es constituido por cristales anhidros, blancos, transparentes, en prismas acabados en pirámides, solubles en doble peso de agua.

En el comercio es frecuentemente mezclado con sustancias extrañas, y se presenta algunas veces diversamente coloreado. Contiene desde el 20 hasta el 21 por ciento de ázoe, ázoe amoniacal, que no tarda en nitrificarse y de ser absorbido por las raíces de las plantas en los terrenos provistos de cal.

Se extrae de las aguas de lavadura del gas de alumbrado, y también de las aguas de desperdicio de las grandes ciudades.

Estas aguas contienen amoníaco, que es oportunamente combinado con ácido sulfúrico, formando sulfato amónico.

El sulfato amónico en la fabricación del coke constituye un producto secundario de bastante importancia económica y ya se estudia su producción en México en la explotación del carbón fósil mexicano.

El ázoe amoniacal del sulfato amónico es energicamente retenido por el poder absorbente del terreno, de

la arcilla y del *humus*, hasta que no esté nitrificado. Y por este motivo el sulfato amónico, contrariamente a cuanto se debe hacer con los nitratos, se suministra en otoño, y a la siembra, a los cultivos, al mismo tiempo que se suministran los abonos fosfáticos y potásicos.

No se debe mezclar con las Escorias Thomas, porque, conteniendo éstas cal viva, provocan una reacción química con él, y así se pierde el amoníaco, que se disipa en el aire, llevando consigo el ázoe del sulfato amónico.

Se puede, por el contrario, mezclar con perfosfato y con cloruro y sulfato potásico, sin ningún inconveniente.

El sulfato amónico es indicado para los terrenos suficientemente ricos de cal, para los cultivos de un largo período vegetativo y para aquellos de riego, no pudiendo ser llevado y quitado por las aguas.

A veces puede ser útil suministrar, tanto a las plantas herbáceas como a las leñosas mitad del ázoe, bajo forma de sulfato amónico, y mitad bajo forma de nitrato de soda, aun mezclando, si es necesario, los dos abonos en el momento de esparcirlos.

Es preciso soterrar el sulfato amónico en la capa superficial del terreno, aunque para el trigo, cuando este abono se suministra en primavera, mezclado con nitrato, puede no soterrarse.

Se suministra desde 100 hasta 400 kilogramos de sulfato amónico por hectárea, según las exigencias en ázoe de los diversos cultivos y de los terrenos.

Los abonos fosfáticos

Los abonos fosfáticos son aquellos que contienen el fósforo, que es uno de los elementos esenciales de las

substancias albuminoides y protoplásmicas. Sin fósforo no puede haber ninguna manifestación de vida.

Fosfatos minerales

El fósforo está distribuido en pequeña cantidad en toda la superficie de la tierra; pero en algunos lugares se hallan rocas muy ricas de fósforo de naturaleza mineral, y yacimientos especiales de fosfatos fósiles, constituidos por enormes masas de huesos, de excrementos y de cáscaras petrificados, masas formadas en diversas épocas geológicas. Estas rocas y estos fosfatos fósiles pueden emplearse directamente como abono fosfático, reduciéndolos a polvo finísimo.

Contienen desde el 20 hasta el 41 por ciento de anhídrido fosfórico insoluble, y son, por motivo de esta insolubilidad, de acción lentísima (véase lámina núm. 1).

Sólo en los terrenos ricos de materia orgánica y de *humus* ácido pueden ser suficientemente útiles; pero fuera de estos casos, no conviene usar los fosfatos minerales. Estos sirven para la preparación de los perfosfatos, que son los abonos fosfáticos más empleados.

Fosfatos de huesos

Estos abonos deberían considerarse más bien como orgánicos y no como minerales.

De los huesos de los animales se extrae primero la grasa y después la gelatina. En seguida se trituran en polvo fino, haciendo la *harina de huesos*, la cual contiene desde el 28 hasta el 30 por ciento de anhídrido fosfórico, y desde el 1 hasta el 1.50 de ázoe, constitu-