

to de pulverizarlos; trabajo y costo que son muy grandes á causa de su dureza, y atendido tambien que ninguna division mecánica puede hacer á estos fosfatos, como los de huesos y guanos, accesibles á las necesidades de las plantas. Estas rocas cristalinas, careciendo en su estructura de elementos que apresuren su desmoronamiento, tienen que esperar la accion lenta del tiempo, y algunos centenares de años deben trascurrir para que sus partículas durísimas lleguen á ablandarse. Se ha supuesto que convirtiéndolas en bi-fosfato de cal con la mezcla de aceite de vitriolo, en ciertas proporciones, quedarian hábiles para ser empleadas, pero aquí el costo vuelve á intervenir, y la solubilidad de los SUPER-FOSFATOS constituye un obstáculo insuperable para su empleo, aplicándose á éstas, como tambien á las otras combinaciones de idéntico carácter, la objecion de que empobrecen los terrenos.

Habiendo explicado el modo con que obran los álcalis fosfatos de huesos y guanos, es igualmente necesario aludir al modo en que los abonos solubles preparados por los químicos pueden ser nocivos en su accion, cuando hay ciertas condiciones en la temperatura &c., durante la vegetacion de las plantas.

Los abonos sumamente solubles, teniendo un exceso de alimento, obran estimulando á las plantas mas allá de su capacidad. Las plantas absorben sin distincion, á guisa de una esponja, todas las materias solubles que se les presentan. Por la fuerza vital de su organismo la planta distribuye estas materias por su circulacion: hace esto con las que puede reunir, y rechaza las demas por las raices y las

hojas. Este recargo de trabajo impide, por consiguiente, las funciones naturales de la absorcion. Las hojas no pueden embeber su parte necesaria de ácido carbónico en tanto que las exhalaciones de los gases inútiles están saliendo por estos órganos, y hasta que tal exceso de alimento no es contrariado, ningun progreso hace la vegetacion. Los poros están embotados, la planta se fatiga, enferma y muere.

“Se ha observado, que cuando un terreno está demasiado impregnado de sustancias salinas solubles, estas se separan en la superficie de las hojas. Acontece esto especialmente con los vegetales comestibles, cuyas hojas vienen á quedar cubiertas de una capa blanca. A consecuencia de estas exhalaciones, la planta se enferma, su actividad orgánica decae, su vegetacion se interrumpe, y si semejante estado se prolonga, la planta muere. Se observa esto con mas frecuencia en las plantas foliáceas, cuya estensa superficie evapora considerables cantidades de agua. Las zanahorias, calabazas, guisantes, &c., se secan así frecuentemente si, despues de un tiempo seco y estando la planta próxima á su total vegetacion, el suelo es humedecido por insignificantes lluvias, siguiendo á éstas de nuevo una temperatura seca. La rápida evaporacion se lleva el agua absorbida por la raiz y deja las sales en la planta en mucha mayor cantidad de la que ésta puede reunir. Estas sales esflorecen en la superficie de las hojas, y si son herbáceas y jugosas, producen en ellas un efecto igual á si las bañaran con una solucion que contuviese una cantidad de sales mayor de la que

puede soportar su organismo." (Liebig, cartas sobre la química.)

Para probar que la atmósfera suministra constantemente todo el amoniaco que la vegetación necesita, tomamos de Liebig lo siguiente:

"Segun los análisis elementales, el heno, secado á una temperatura de 100° de Reaumur, contiene 45,8 por 100 de nitrógeno. Un, 14 por 100 del agua conservada en el heno si se seca á la temperatura ordinaria, es elevado á 100°. 2,500 libras de heno, corresponden de consiguiente á 2150 libras de heno secado á 100°. Esto nos prueba que 984 libras de carbono y 32,2 libras de nitrógeno han sido obtenidas en el producto de una héctara de terreno en las praderas: suponiendo que este nitrógeno ha sido absorbido por las plantas en la forma de amoniaco, la atmósfera contiene 39,1 libras de amoniaco por cada 3640 libras de ácido carbónico (=984 de carbono ó 27 por 100) ó en otros términos, por cada 1000 libras de ácido carbónico  $10 \frac{1}{10}$  libras de amoniaco, esto, es, sobre  $\frac{1}{100000}$  del peso del aire ó  $\frac{1}{50,000}$  de su volúmen.

Por cada cien partes de ácido carbónico absorbido por las superficies de las hojas, la planta recibe de la atmósfera poco mas de una parte de amoniaco.

Con cada 100 libras de carbono obtenemos:

De una pradera. . . . . 32  $\frac{1}{10}$  lbs. de nitrógeno.

De campos cultivados

En trigo. . . . .	21,5	id.
avena. . . . .	22,3	id.
centeno, . . . . .	15,2	id.
patatas. . . . .	34,1	id.

acelgas. . . . .	39,1 lbs.	de nitrógeno.
trébol. . . . .	44	id.
guisantes. . . . .	62	id.

Boussingault obtuvo de su quinta en Belchelbronn (Alsacia) durante cinco años en la forma de patatas, trigo, trébol, nabos y avena 8383 de carbono y 250,7 de nitrógeno. En los cinco años siguientes y en acelgas, trigo, trébol, nabos, avena y centeno, 8192 de carbono y 284,2 de nitrógeno. En otra serie de seis años y en patatas, trigo, trébol, nabos, guisantes y centeno 10,949 de carbono y 356,6 de nitrógeno; por último, en diez y seis años; 27,424 de carbono y 358,5 de nitrógeno, lo que da por cada 1000 de carbono 31,3 de nitrógeno.

De estos datos interesantes é incuestionables podemos deducir algunas conclusiones de la mas alta importancia en su aplicacion á la agricultura.

1º Observamos que las proporciones relativas del carbono y del nitrógeno se hallan en relacion exacta con la superficie de las hojas. Aquellas plantas en que puede decirse que todo el nitrógeno está reconcentrado en las semillas, como la cerialia, contienen en su total menos nitrógeno que las plantas leguminosas, los guisantes y el trébol.

2º El producto del nitrógeno en una pradera que no recibe abono de nitrógeno, es mayor que el de un campo de trigo que ha sido abonado.

3º El producto del nitrógeno en el trébol y los guisantes, que los agricultores reconocerán no necesitar abono, es mucho mayor que el de un campo de patatas ó nabos á que se han aplicado abundantemente tales abonos.

Por último, y esta es la deducción mas curiosa que se puede sacar de los anteriores datos; si sembramos patatas, trigo, nabos y trébol (plantas que contienen potasa, cal y sílice) en el mismo terreno, tres veces abonado, obtenemos en 16 años, por una cantidad dada de carbono, la misma proporción de nitrógeno que obtenemos de una pradera que no ha recibido abono alguno de nitrógeno.

En una hectárea de praderías obtenemos en plantas que contienen sílice, cal y potasa, 984 de carbono y 32,2 de nitrógeno. En una cosecha de terreno cultivado, durante un periodo de 16 años y en plantas que contengan los mismos elementos minerales, sílice, cal y potasa, obtenemos 857 de carbono y 26,8 de nitrógeno.

Si añadimos el carbono y el nitrógeno de las hojas de las acelgas y los tallos y hojas de la patata, que no han sido tenidos en cuenta, todavía es evidente que los campos cultivados, á pesar de los abonos carbonáceos y de nitrógeno no producen mas carbono y nitrógeno que una superficie igual de praderías alimentadas solo con elementos minerales.

¿Cuál es, pues, la relación razonada de los efectos del abono, respecto de los elementos sólidos y fluidos de los animales?

Esta pregunta puede ser ahora contestada satisfactoriamente: aquel efecto es la restauración de los constitutivos elementales del terreno, que han sido gradualmente extraídos de él en la forma de granos y ganado. Si el terreno de que hablo no hubiese sido abonado durante aquellos diez y seis años, no hubiera producido sino una mitad ó una tercera

parte del carbono y del nitrógeno. Débese esto á los excrementos animales que igualan en producción á las praderías á causa de que restituyen los ingredientes minerales al suelo removido por las cosechas. Todo lo que hace el abono es impedir que la tierra llegue á ser mas pobre que las praderas que producen 2.500 libras de heno. Sacamos de las praderas en este heno una dosis tan grande de sustancias minerales como en una cosecha de granos, y sabemos que la fertilidad de la pradera depende precisamente de la restauración de tales ingredientes en sus suelos, así como la fertilidad de los terrenos cultivados depende de los abonos. Dos praderas de igual superficie, conteniendo cantidades desiguales de elementos inorgánicos de alimento y siendo iguales bajo otros aspectos, son muy desigualmente fértiles; las que poseen mayores elementos de alimentación producen mas heno. Si no devolvemos á una pradera los elementos extraídos de ella, su fertilidad decae. Pero esta fertilidad permanece en un ser con el abono de excrementos animales fluidos y sólidos, y aun puede aumentar si se la aplican solo las sustancias minerales, como los restos de la combustión de las plantas leñosas y otros vegetales; restos á que se da el nombre de cenizas. Estas representan todo el alimento que los vegetales reciben de la tierra. Suministrándolas en dosis suficientes á nuestras praderas, daremos á las plantas que en ellas crecen la facultad de condensar y absorber el carbono y el nitrógeno por su superficie. El efecto de los excrementos sólidos y fluidos que son las cenizas de las plantas y de los granos, y que han pasado

por la combustion en los cuerpos de los animales y de los hombres, ¿podria no depender de la misma causa? ¿La fertilidad que de su aplicacion resulta seria tambien independiente del amoniaco que contienen? ¿Sus efectos no serian los mismos, respecto á promover la fertilidad de las plantas cultivadas, que si evaporásemos los orines y secásemos y quemásemos los escrementos sólidos? Sin duda la cerealia y las plantas leguminosas que cultivamos deben derivar su carbono y su nitrógeno de la misma fuente de donde los obtienen las plantas gramíneas y leguminosas de las praderas. No debe abrigarse duda alguna acerca de su capacidad para ello.

En Virginia, segun el cálculo mas bajo, se recogieron cada año proporcionalmente 22 libras de nitrógeno por cada hécara de los campos de trigo, lo que en 100 años ascenderia á 2.200 libras. Si esto se derivaba de la tierra, cada cosecha debe haber contenido el equivalente de 110.000 libras de escrementos animales, (suponiendo que estos últimos, ya secos, á la temperatura del agua hirviendo, contengan 2 por 100.)

En Hungría, como lo hice notar en una carta anterior, el tabaco y el trigo se han dado en un mismo terreno durante centenares de año, sin ningun abono de nitrógeno. Por lo mismo es creible que el nitrógeno que entra esencialmente en la composicion de estas cosechas, haya sido estraido de la tierra.

Cada año se renueva el follaje y los frutos de nuestros bosques de robles, castaños, &c.; las hojas, las bellotas y las castañas abundan en nitrógeno;

lo mismo sucede con los cocos, el fruto del árbol del pan y otras producciones tropicales. Este nitrógeno no es suministrado por el hombre. ¿Puede sacarse de alguna otra fuente que la atmósfera?

Cualquiera que sea la forma en que el nitrógeno es suministrado á las plantas, y cualquiera que sea el estado en que se halle cuando es absorbido, debe haberse derivado de la atmósfera. ¿Los campos de Virginia no reciben su nitrógeno de la misma fuente que las plantas silvestres?

¿La dosis de nitrógeno en los escrementos de los animales, es una cosa indiferente, ó recibimos de nuevo de nuestros campos una cantidad de los elementos de la sangre, correspondientes á aquella dosis?

Los descubrimientos de Boussingault han resuelto este problema del modo mas satisfactorio. Si en sus grandes esperimentos el abono que aplicó á sus campos se hallaba en el mismo estado que al tiempo de ser analizado, esto es, seco á 110° en el vacío, estos campos recibieron en 16 años 1.300 libras de nitrógeno. Pero sabemos que al secarse, los nitrógenos contenidos en los escrementos animales sólidos, se evaporan como carbonato de amoniaco volátil. En este cálculo el nitrógeno de los orines, que por la descomposicion se convierte en carbonato de amoniaco, no ha sido comprendido. Si suponemos que asciende á la mitad del contenido en los escrementos secos, resultará que la cantidad de nitrógeno suministrado á los campos es de 1.950 libras.

En 16 años, sin embargo, como lo hemos visto, solo 1.516 libras de nitrógeno estaban contenidas

en su producto de granos, raíces, &c.; esto es, *mucho menos* de lo que habia sido suministrado en el abono; y durante el mismo período, una estension igual de excelentes praderas (una hectara) que no recibió nitrógeno alguno en abono, produjo 2.060 libras de él.

Sabido es que en Egipto, á causa de la falta de bosques, el escremento de los animales se pone á secar y constituye el principal combustible; y sabido es tambien que el nitrógeno de las partes oleosas del escremento, fué durante muchos años llevado á Europa en la forma de sal amoniacal, hasta que, un método para manufacturar dicha sustancia fué descubierto á fines del último siglo por Gravernhost de Brunswick. Los campos en el Delta del Nilo no reciben otro abono animal que las cenizas de los escrementos quemados; y, sin embargo, han sido proverbialmente fértiles desde un período anterior á la primer mañana de la historia, y aquella fertilidad continúa hasta hoy tan admirable como en los primeros dias. Aquellos campos reciben cada año, por la inundacion del Nilo, un nuevo suelo en el cieno que dicho rio deja sobre su superficie, cieno abundante en los elementos minerales que han sido estraidos de la tierra con las cosechas anteriores. El cieno del Nilo contiene tan corta dosis de nitrógeno como el cieno originario de los Alpes de la Suiza que fertiliza nuestros campos en las inundaciones del Rhin. Si este cieno fertilizador debe su propiedad á las sustancias de nitrógeno, ¿qué bancos tan enormes de restos animales y vegetales deben existir en las montañas del Africa, en esas al-

turas que se estienden mas allá de los límites de las nieves perpetuas, y donde ni los pájaros ni los animales hallan alimento por la falta de toda vegetacion!

En apoyo de la importante verdad que estamos discutiendo, pueden presentarse otras muchas pruebas sacadas de hechos bien conocidos. El tráfico de Holanda en queso, por ejemplo, puede señalarse como prueba y aclaracion de lo que se dijo. Sabido es que el queso sale de las plantas que sirven de pasto á las vacas. Las praderas de Holanda obtienen el nitrógeno del queso de la misma fuente que nosotros, esto es, de la atmósfera. Las vacas lecheras de Holanda están dia y noche sobre terrenos herbosos, y de consiguiente, en sus escrementos sólidos y fluidos vuelven directamente á la tierra todas las sales y elementos terrestres de su alimento; solo una dosis insignificante de ellos resulta en el queso. La fertilidad de estas praderas puede, por lo mismo, ser tan poco alterable como la de nuestros mismos campos; á los cuales devolvemos en los abonos todos los elementos que les han sido quitados con las cosechas. La única diferencia que hay es que en Holanda dichos elementos se quedan en los campos, mientras nosotros los reunimos en nuestras casas y los llevamos de vez en cuando á los campos.

El nitrógeno de los escrementos sólidos y fluidos de las vacas se deriva de las plantas de las praderas que lo reciben de la atmósfera: el nitrógeno del queso tambien debe tener el mismo origen. Las praderas de Holanda deben, en el trascurso de algunos siglos, haber producido millones de centenares de

libras de queso, que en considerable cantidad es anualmente esportado, y sin embargo, la facultad productora de aquellas praderas no ha disminuido, aunque jamas reciben mas nitrógeno del que en ellas mismas contienen.

Nada puede ser mas exacto que el hecho de que la esportacion de los productos de nitrógeno no agota la fertilidad de un pais; así como tambien que no es el suelo, sino la atmósfera, lo que suministra el nitrógeno á la vegetacion. Síguese por consecuencia, que no podemos aumentar la fertilidad de nuestros campos ministrándoles abonos de nitrógeno ó sales de amoniaco; y que sus productos mas bien aumentan ó disminuyen en razon directa de la aplicacion de los elementos minerales capaces de fusion. La formacion de los elementos constitutivos de la sangre, esto es, de los principios nitrógenos de nuestras plantas cultivadas, depende de la existencia de materias inorgánicas en los terrenos, sin las cuales ningun nitrógeno puede ser asimilado, por mucha que sea la abundancia con que se emplee."

Para traer esta materia á su conclusion en una forma concisa y adaptada á la inteligencia de todos, comprendiéndose en ella las anteriores observaciones, enumeraremos los constitutivos y no constitutivos de la agricultura.

CONSTITUTIVOS QUE DEBEN SER SUPLIDOS ARTIFICIALMENTE.

*Primer constitutivo.*—El sudor del rostro, derramado al remover el terreno por medio de la asada y el arado, con el objeto de esponer la tierra hasta lo mas profundamente posible, á la influencia de la

atmósfera, la humedad y los cambios de la temperatura. Como dijimos en las anteriores páginas, por medio de estas influencias se efectúa la disolucion de los álcalis minerales, cuya accion, mientras se dejan los terrenos sin sembrar, en ciertos periodos, les restituye su facultad de producir.

Esta remocion y esposicion de la tierra es de una importancia tan incontestable, que no se requiere la cita de ninguna autoridad para sostenerla. Su necesidad vital es un hecho adoptado en la agricultura. ¿Qué, pues, se pensaria de un sistema que no lo adoptase? Y sin embargo, hallamos que para remediar los daños de una superabundancia de desarrollo de los gases contrarios á la vegetacion, se propone por los panegiristas del amoniaco cubrir la tierra con una capa de yeso para retener el amoniaco que se evapora de ciertos guanos altamente volátiles, siendo así que la misma capa que evita la salida del amoniaco impide necesariamente la introduccion del aire.

*Segundo constitutivo. La cal.*—La cal viva para preparar el sílice del terreno á fin de que se convierta en aquel *vidrio soluble natural* que forma una parte indispensable de los esqueletos de todas las plantas, desde la raiz hasta las ramas mas pequeñas, así como el vestido de la cáscara y el tejido celular de la semilla. Lo vemos en la cubierta exterior de la paja en la forma de un esmalte vidrioso y sumamente liso, en la madera del roble y de otros árboles en todo el tronco y las ramas, en las hojas de la yerba y de los árboles, y especialmente en las articulaciones del bambú. Sin el silicato en estado capaz de

ser convertido por la planta en aquellas partes mas esenciales de su organizacion, no podriamos alcanzar los fines deseados: sin la caja no podriamos tener el precioso alimento que contiene: sin la cáscara careceriamos de la harina.

Este constitutivo de las plantas, obra mecánica que sostiene sus partes vitales, como los huesos en la economía animal, depende del sílice, así como los huesos dependen del fosfato. Sin los fosfatos, nuestro ganado estaria sin huesos; sin el sílice nuestras plantas carecerian de tallos.

La accion de la cal viva en el sílice (arena) de la tierra, queda suficientemente esplicada en las páginas precedentes, en los extractos de Liebig; y aunque se diga que la cal generalmente es hallada en los terrenos arcillosos, no se halla, sin embargo, en el estado de cal viva, sino en el de una sal neutral, esto es, un compuesto que no tiene actividad ni puede ejercer influencia alguna sobre el sílice. En cuanto á la piedra calcárea, que es el carbonato de cal (forma ordinaria en que lo hallamos), es inerte, es solo una piedra. Por medio de la calcinacion en el horno, extraemos el ácido carbónico y obtenemos la cal viva. El carbonato de cal llega á ser vivo por medio de la calcinacion. (\*)

Cuando la cal está en combinacion con otros ácidos, como el sulfúrico, es yeso, y no obra sobre la

(\*) Así se explica la eficacia de los terrenos quemados: el calor de las raices quemadas, &c., extrae el ácido carbónico de las piedras calcáreas, convirtiéndolas de este modo en cal viva, además de separar los silicatos, &c., contenidos en las raices y fibras leñosas.

arena: lo mismo sucede respecto del oxalato de cal, del fosfato de cal y de todas las materias inertes en cuanto á capacidad de disolver la arena. De consiguiente, para obtener cal viva, debemos procurarnos la preparada por medio de la calcinacion, y es mejor usar de ella económicamente, no aplicando al terreno sino pequeñas dosis á la vez, porque si se aplica con profusion toda aquella que no obra inmediatamente sobre el sílice, obrará sobre sí misma á causa del ácido carbónico de la atmósfera y se convertirá de nuevo en carbonato de cal: su avidéz por el ácido carbónico es tal, que cuando la esponemos á su influencia, absorbe el ácido con bastante rapidez para convertirse en piedra calcárea en muy corto espacio de tiempo. Las paredes recientemente blanqueadas lo han atestiguado así por la suma de peso que adquieren en determinado periodo, y la mezcla hecha para nuestras construcciones descansa en el principio de que vuelve al estado original de piedra calcárea, de la cual fué estraída la cal.

Despues de aplicada ésta al terreno, ningun abono que contenga un ácido en estado libre, ó muchos ácidos en estado de combinacion, puede destruir la propiedad cáustica de la cal. Por ejemplo, el carbonato de amoniaco en el guano, obra por el ácido carbónico del carbonato de amoniaco, dejando el amoniaco y penetrando en la cal; convirtiendo á ésta en piedra calcárea y dejando el amoniaco libre como un alcali volátil que se pierde en la atmósfera, perdiéndose á la vez con toda seguridad, la cal y el amoniaco.

El sulfato de amoniaco que se recomienda en los