

tidades mayores de las que la vegetacion próxima necesita, es una sábia prevision de la naturaleza, pues bien sabemos que el esceso de materias gaseosas es nocivo á la vegetacion. El gas ácido carbónico, cuando se exhala por las hendeduras de la tierra, por las fuentes minerales, &c., destruye la vegetacion. Los grandes depósitos bajo la superficie de la tierra, á muchos piés de profundidad, producen el mismo pernicioso efecto.

Si tales son los efectos que en la vegetacion produce un gas comparativamente tan suave como el ácido carbónico (que se toma en la agua de sosa y en otras bebidas), ¿cuáles no serán los efectos de un gas volátil aere, de un álcali activísimo, tal como el amoniaco? La esperiencia nos dice que las mas tiernas fibras de las raices, las raices mismas, las ramas, las hojas y los granos perecen instantáneamente á su contacto; se queman, como dicen los experimentadores de los guanos amoniacales (véanse los extractos 6º, 7º y 14º del discurso del gobierno peruano en las siguientes páginas). Además, su atraccion respecto del agua es tal, que en los terrenos de donde el amoniaco se exhala, el agua existente se exhala junto con él: absorbe rápidamente la humedad de los suelos húmedos y nada es capaz de detenerlo en su ascension á su verdadero centro, la atmósfera. Podeis cubrir vuestros terrenos con yeso para detenerlo como algunos hacen; pero es en vano. El gas es doblemente pernicioso: mata y roba: mata á las plantas que toca y roba á las demas la humedad necesaria á su existencia.

Todas las materias putrefactivas aplicadas á un

terreno, son nocivas en tanto que se efectúa la putrefaccion, á causa de las grandes cantidades de amoniaco y otros gases que despiden: la putrefaccion de una sustancia cualquiera ocasiona la de todas las sustancias inmediatas. (Véase el extracto 7º de la circular del gobierno peruano en las páginas siguientes.) Despues que las partes volátiles se han evaporado, la parte sólida del abono, segun los álcalis necesarios que tiene, remedia hasta donde le es posible el daño hecho, cediendo sus fértiles ingredientes en la forma natural que se requiere.

Como hemos dicho, el gran depósito de ácido carbónico que existe en la tierra, es insoluble, menos para las plantas que de él necesitan. El *humus* es enteramente insoluble, y lo mismo sucede respecto de las sales fosfóricas. El fosfato de cal, el de magnesia, el de potasa, el de alúmina, todos son insolubles en el agua. ¿Por qué, pues, estos constitutivos invariables de la vida vegetal, se presentarán en la tierra en una forma que en el agua sola es enteramente insoluble? La respuesta es, que á causa de esta sábia prevision de la naturaleza, nuestros terrenos se libran de esterilizarse. Haced que el *humus* y las sales de los fosfatos posean la mas pequeña parte soluble, y á cada aguacero, á cada anegacion, se disiparán llevándose consigo la fertilidad de nuestros campos, y haciendo que las lluvias que hoy son mensajeras de la abundancia lo sean de daño para el agricultor.

Los constitutivos de las plantas, su alimento, lo que mantiene su vegetacion, se les presenta, pues, en una condicion insoluble; solamente los órganos

especiales de la planta pueden disolverlos y hacerlos capaces de fusion. Debemos presuponer, y verdaderamente lo sabemos, que todas las plantas tienen una facultad peculiar de descomponer las sustancias suministradas á sus necesidades, y la energía cuya facultad puede ser apreciada por el hecho de que sobrepuja á la potencia de la mas fuerte batería galvánica: ésta no ha podido separar el oxígeno del ácido carbónico, y sin embargo, la mas pequeña fibra de una raiz, una hoja sola, cuando está separadas del árbol, descompone el ácido carbónico y aplica el carbono á sus necesidades.

Ademas, el mas alto grado de calor es apenas capaz de afectar al fosfato de cal: la pacífica facultad de la raiz, separa sus partes, las disuelve, las hace circular hácia sus granos, y como estos constituyen el alimento del hombre y de los animales, el fosfato vuelve á quedar combinado en los huesos de uno y otros y en estado insoluble.

Los fosfatos que existen en los terrenos, se hallan así imposibilitados de malgastarse para que ministren todo el alimento de que la planta necesita, y dicho alimento es ofrecido en un estado tal, que desarrolla y ejercita todas las funciones de la planta; los órganos de descomposicion y combinacion quedan así puestos en juego, y toda la planta ejecuta las funciones que le están señaladas.

Si proporcionamos á una planta almidon, azúcar y goma ya formados, no podrá reunirlos; necesita los elementos del almidon, del azúcar y de la goma, cuyas sustancias está encargada de formar con aquellos mismos elementos. Si sucediese lo contra

rio, tambien un animal podria vivir recibiendo en sus venas la sangre de otro. Tócale al corazon preparar la sangre de sus mismos elementos y en virtud de su propia accion; sin este ejercicio, el corazon cesaria en sus funciones y el animal moriria. Lo mismo sucede con las plantas: cada funcion se halla escrupulosamente contrapesada: si la planta requiere su alimento en la condicion elemental, no puede recibirlo en sus últimas formas: si tiene que disolver sus constitutivos terrestres, deben éstos llegarle en una forma adaptada á sus necesidades, pues de lo contrario cesan sus funciones y muere la planta. Mal cálculo seria, por lo mismo, querer aprovechar nuestros fosfatos haciéndolos solubles. La facultad que tienen las plantas de efectuar la fusion de las sustancias alimenticias, solo es relativa á sus necesidades. Convirtiéndose el fosfato en soluble, quedaria espuesto á ser arrebatado: disolviendo el fosfato de cal por medio del ácido sulfúrico, no solo seria inútil, sino perjudicial, porque éste deja una parte del ácido independiente y dispuesto á entrar en combinacion con el primer álcali que encuentra, á lo cual tiene una fuerte propension: unido á la cal la vuelve á su estado anterior y, por consiguiente, queda otra vez insoluble: lo mismo sucede con algunos otros álcalis. El ácido sulfúrico es tan violento en su naturaleza, tan intensamente ácido y corrosivo, que ennegrece los aceites y destruye las plantas y los animales.

El aumento del ácido sulfúrico á los huesos, al guano y á toda sustancia que contenga fosfato de cal con arreglo al tanto por ciento del ácido usado,

convierte una parte del fosfato de cal en yeso ó sulfato de cal: el ácido fosfórico así desligado, presto entra en solución con el agua, y, como antes se demostró, si viene en contacto con una misma base, el carbonato de cal, por ejemplo, cobra de nuevo su forma anterior; y ¿para qué? Para trocar un fosfato valioso, introducido á mucha costa, en una dosis igual de yeso comun. Este procedimiento para suplir el yeso destinado á los terrenos es, cuando menos, muy costoso, si bien puede llenar el objeto de economizar los gastos de carbon animal en los refinadores de azúcar, que se hacen inútiles, á causa de que se cierran sus poros gradualmente en el curso de la filtración.

La porosidad es la principal esencia de todo carbon para abonos: el carbon animal no posee dicha calidad. La introducción de un ácido en la tierra en estado libre, impide la acción de la cal del terreno sobre el sílice por la cual se forma el silicato de potasa.

El valor de la cal sobre tierra es explicado de este modo por Liebig:

“Para obtener un cabal conocimiento acerca del efecto de la cal viva en los terrenos, recuérdense los primeros procedimientos empleados por el químico cuando quiere analizar un mineral y con este objeto desea traer sus elementos al estado de solubles. Examínese un mineral, el feld-espato, por ejemplo; esta sustancia, si se emplea sola, aun cuando se reduzca al polvo mas fino, requiere para su solución el ser tratada con un ácido durante semanas ó meses; pero si primero mezclamos cal viva

con ella, y esponemos el misto á un calor medianamente fuerte, la cal entra en combinación química con ciertos elementos del feld-espato y su álcali (potasa) permanece libre. Y despues de esto el ácido, aun sin calor, disuelve no solo la cal, sino tambien el sílice del feld-espato necesario para formar una jalea trasparente. El mismo efecto que en este procedimiento ejerce la cal sobre el feld-espato con el ácido del calor, produce cuando se mezcla con los silicatos arcillosos alcalinos, y éstos, durante largo tiempo, se conservan juntos en estado de humedad.”

La necesidad de la cal viva como agente para las partes arenosas del terreno, preparándolas para el desarrollo de las plantas, se hace así evidente. La aplicación del ácido sulfúrico á la tierra, ó del ácido fosfórico, sustancias ambas que tienen la mas fuerte atracción hácia la cal, impiden la acción de ésta convirtiéndola en sulfato ó en fosfato de cal. En uno ú otro caso se impide la formación del ácido silíceo.

De las sustancias de abono.

Habiendo en las páginas anteriores comparado y examinado los principales hechos relativos al desarrollo de la vegetación, calcularemos ahora el monto de álcalis y ácidos que se requiere para producir una serie de cuatro cosechas que alternativamente den los mayores resultados en productos con la mas pequeña suma posible de ácidos minerales y álcalis, usados como sustancias de abono.

Para una cosecha de nabos que en un acre produzca 10 toneladas			
Id.	de cebada	id.	38 fanegas y los colmos.
Id.	de trébol	id.	3 toneladas
Id.	de trigo	id.	25 fanegas y la paja.

Estas cosechas requeririan, y el suelo para producirlas debería recibir poco mas ó menos las siguientes dósís:

281 lbs. de potasa.....	318 lbs. de sílice.
130 „ de sosa.....	111 „ de ácido sulfúrico.
242 „ de cal.....	61 „ de ácido fosfórico.
42 „ de magnesia.	39 „ de chlorino.
11 „ de alúmina.	

Total.... 1.235 lbs.

Presumiendo que el terreno no contenga ninguna de las sustancias espresadas, habria que comprar para abono lo siguiente:

Carbonato de potasa.....	390 lbs. á 5¼ cs. lba.	\$ 20 47
Carbonato de sosa.....	440 „ á 4¼ cs. „	18 70
Sal (muriato de sosa).....	65 „ á 1 c. „	00 65
Sal de Epsom (sulfato de magn. ^a)	250 „ á 4 cs. „	10 00
Alumbre (sulfato de alúmina y potasa).....	84 „ á 4 cs. „	3 66
Hueso en polvo (fosfato de cal).	280 „ á 1¼ cs. „	4 20
		<hr/>
		\$ 57 38

El sílice y la cal no están inclusos en el anterior cálculo como artículos que deban ser comprados, á causa de que si los terrenos son compuestos de arena, tienen una y otra en mayor ó menor cantidad: lo mismo sucede respecto de la potasa, la sosa, la alúmina, la cal, la magnesia, el chlorino, el hierro y el fluorino en todos los terrenos arcillosos, y lo mismo respecto del ácido carbónico y el amoniaco

en todos los terrenos que, así como la atmósfera, los contienen en cantidades inagotables. El anterior cálculo es bastante á dar idea de lo que una série de cuatro cosechas requeriria si todas las sustancias necesarias para el desarrollo de la vegetacion tuviesen que ser ministradas en la forma de abono artificial. Tenemos aquí sobre 1.400 libras de sales minerales en un total de cosechas que pesan muchas toneladas. La tierra misma en union de la atmósfera suministra casi el total del peso. El carbono del almidon, la goma y el azúcar, viene todo de estas fuentes naturales y constituye la mayor parte del peso. El nitrógeno del gluten, linfa coagulante &c., no es ni la centésima parte de carbono, y las partes minerales no forman sino una pequeña proporción; todas estas partes minerales, ó mas bien, la tierra misma y su abundancia ó escasez de minerales; constituyen la fertilidad ó esterilidad de los terrenos.

Nadie pensaria en comprar ácido carbónico para suplir á las necesidades de las plantas. ¿Por qué, pues, se habria de comprar amoniaco cuando es suministrado por la naturaleza en las mas considerables dósís, segun las necesidades relativas de la vegetacion? La esperiencia y la ciencia prueban á la vez que las plantas obtienen siempre las dósís de uno ú otro, que necesitan en todos los climas y posiciones. Lo mismo sucede con el sílice, la cal, la potasa &c. La suma de los diversos minerales y ácidos requeridos, es cedida á las plantas en pequeñas cantidades por los terrenos que los contienen en abundancia. El que se requiere en mayor dósís

es aquel que los animales necesitan como principal constitutivo de sus huesos, esto es, el fosfato de cal; y siendo sacada anualmente de la tierra una gran dosis de él, en la forma de grano y vegetales que forman el alimento de los hombres y animales, se ha llegado á creer, que el fosfato de cal debia presto ser aplicado de nuevo á los terrenos, á fin de que volviese á ellos la fertilidad. El misterio que hasta aquí habia rodeado á los trabajos agrícolas, ha sido aclarado: la luz de los descubrimientos químicos, examinando los diversos terrenos y las semillas que producen, y haciéndolos de nuevo referirse á sus elementos primitivos, ha dado nueva direccion y nuevo estímulo á la produccion agrícola.

Todo lo que realmente estamos obligados á comprar es el fosfato de cal. En el anterior cálculo he puesto 280 libras de hueso en polvo para producirlo; sin embargo, si en vez del hueso en polvo que contiene un 59 por 100 de sales fosfáticas, aplicamos el guano del Perú que contiene un 26 por 100 de fosfatos, ó el guano de México que contiene un 69 por 100 de los mismos, podemos fácilmente fijar el valor monetario de los huesos y las dos variedades de guano, en el supuesto de que para los terrenos secos sirve el peruano y para los lluviosos el mexicano.

Los guanos amoniacales (por ejemplo, el del Perú) contienen sobre 53 por 100 de amoniaco ó sus elementos, y solo un 26 por 100 de sales fosfáticas; de consiguiente, costando el guano á 2 centavos libra, los fosfatos en él contenidos vienen á costar á razon de 9 centavos libra.

El guano de México contiene sobre un 9 por 100 de sustancias amoniacales y 69 por 100 de fosfatos, lo cual, suponiendo á este guano el mismo precio del otro, hace que los fosfatos en él contenidos traigan un costo de $3\frac{1}{2}$ centavos libra.

El valor de cada uno de estos guanos relativamente á sus ingredientes fecundantes puede así ser visto de una sola ojeada. Además, el guano últimamente citado, tiene otras ventajas materiales. Nada pierde por la evaporacion desde que se compra hasta que se emplea. Tampoco mientras está en el suelo exhala constantemente mas de una mitad de sus sustancias en la forma de gas alcalino acre, igualmente nocivo á los órganos de la vista y al olfato en hombres y animales, y á la vitalidad de las plantas.

Otra propiedad muy apreciable del guano mexicano, consiste en que la materia animal que contiene no se halla en una forma volátil en el guano, sino que, á semejanza de lo que sucede en los huesos, existe como elementos capaces de formar amoniaco, cuando se tenga el calor y la humedad suficientes; y sus afinidades respecto del agua, á la vez que la disuelven, impiden que se convierta al estado gaseoso que es muy nocivo á la vegetacion. Los cambios del color de las hojas de las plantas; lo seco y amarillento "de las hojas que caen en otoño," son debidos al amoniaco que entonces se exhala, siendo un efecto alcalino la destruccion de las hojas que caen al suelo. Los terrenos sobrecargados de amoniaco producen el mismo efecto en las hojas tiernas y recias de las plantas y esplican la causa de

que las hojas amarillean desde su mas temprana vegetacion. El guano del Perú producirá este efecto y no así el mexicano. Los funestos efectos de los *bi-fosfatos* formados por la mezcla del ácido sulfúrico al fosfato de cal no aparecen á la vista como sucede respecto de las hojas que amarillean; pero impiden á las plantas el estraer del suelo la dósis necesaria de sílice para fortificar sus tallos, sus articulaciones, &c., destruyendo la accion de la cal sobre la arena, é impidiendo así la formacion del ácido silíceo que las raices absorben para formar los silicatos de sus partes leñosas.

Debe saberse que el amoniaco ó los elementos capaces de formarlo, constituyen en el guano de México el 6 por 100 de su peso total. Las sales de fosfato constituyendo el 69 por 100 de aquel peso, contienen por consiguiente sobre un 9 por 100 de las materias amoniacales en ellas difundidas. Estas partes sólidas del guano son los huesos de los peces que sirvieron de alimento á los pájaros. En los huesos de los peces, como en los de los animales, las materias amoniacales están contenidas en los poros, cuya minuciosidad es tal, que puede resistir al poder del microscopio. Cuando se presentan el calor y la humedad, el cambio de la materia animal antecede en la produccion del amoniaco uniéndolo con la humedad, dividiendo el hueso en las mas pequeñas partículas, de modo que los igualmente pequeños poros de las plantas puedan ponerlo en circulacion general. Del mismo modo se reducen á la capacidad de las plantas los huesos de los animales. Hay, sin embargo, una diferencia en la estructura de los

huesos de los animales y de los peces. Los huesos de los primeros varian en durabilidad en partes: las superficies exteriores son mas duras y sólidas que las partes del centro; las costillas son mas esponjosas que los huesos de la pierna y parte de la quijada. Estas partes sólidas, superficies exteriores &c., son casi semejantes al esmalte de los dientes, estando casi destituidas de poros, y por consiguiente, á causa de la falta de sustancia amoniacal ó gelatinosa, estando menos sujetas á descomponerse. Algunas partes de los huesos de animales cuando son quemados en la tierra, no se destruyen durante largo tiempo. Muchos fragmentos de los esqueletos humanos y de animales han permanecido así en los campos durante cien años, sin alteracion notable.

De consiguiente, los huesos de animales pulverizados, producen sus efectos mas pronto que los huesos que no lo están; sin embargo, ninguna division mecánica puede separar perfectamente sus partículas ó hacer desde luego aprovechables las partes mas sólidas y duras. Esto solo puede efectuarlo el dilatado trascurso del tiempo.

Esto supuesto, es evidente que los fosfatos naturales, rocas fosfóricas, tales como el aspátito (fosfato de cal) el *wávelito* (fosfato de alúmina) y el fosfato verde de plomo que se hallan en diversas cantidades en algunas partes de la tierra, no pueden hacerse inmediatamente capaces de ministrar las sales aprisionadas en sus cárceles diamantinas, ni tienen mas valor que el cuarzo pulverizado ó la arena de las playas. Es difícil que alguna vez se hagan de mucha importancia práctica, atendido el trabajo y cos-