

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.ª 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 humífera*.

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,

$$x = \frac{1000. P. (C' - C)}{Q}$$

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, distribuída 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.