

obran muy bien sobre las praderas naturales y artificiales, especialmente sobre el trébol. Se reparten en primavera en dosis de 40 á 50 hectolitros por hectárea.

El empleo en escala algo considerable de las cenizas de todas clases exige algunas precauciones generales, además de las que hemos indicado. Cuando se emplean las cenizas en cobertera sobre los cereales, praderas naturales y artificiales, no se deben depositar en montones que permanezcan más allá de veinticuatro horas en las tierras en que se van á repartir, porque las plantas recubiertas por los montones de ceniza serán destruidas, bien por la acción corrosiva de la potasa y de la sosa, si se trata de las cenizas de los combustibles ordinarios, bien por la del sulfato de hierro y de alúmina, si se trata de las cenizas piritosas. Por la misma razón, cuando se emplean las cenizas en cobertera no conviene repartirlas inmediatamente después de la lluvia, porque se fijan á las hojas y pueden corroerlas y dejarlas impropias para desempeñar sus funciones.

IV.—*Abonos calcáreos.*

Generalidades.—La cal constituye un elemento verdaderamente necesario para la vida de las plantas: todas la contienen en sus diferentes órganos y algunas, como las *leguminosas forrajeras*, la exigen y la absorben del suelo en cantidades considerables. Se comprende, por lo tanto, que un terreno desprovisto de principios calcáreos no será muy productivo si no se le suministra directamente este elemento tan necesario á la fertilidad de las tierras.

Aunque la cal es indispensable para la producción de las cosechas, las plantas son, en general, poco exigentes en este elemento, y sólo por excepción carece el suelo de las pequeñas cantidades necesarias para la nutrición vegetal. Considerada como abono propiamente dicho, la cal ofrece, pues, una importancia secundaria.

Pero si como alimento directo de las plantas tiene la cal escasa importancia, en cambio ofrece excepcional interés por las acciones mecánicas, químicas y fisiológicas que ejerce en el suelo. La cal, como sabemos, modifica las propiedades físicas de las

tierras, interviene en las reacciones químicas que influyen en la fertilidad y permite á los organismos microscópicos del suelo el desempeño de sus útiles funciones.

Teniendo en cuenta esta acción múltiple de la cal, distinta de su función alimenticia, que es la característica de los abonos, muchos autores incluyen los abonos calcáreos en un grupo especial, al que aplican la denominación general de *enmiendas*, para diferenciarlos de las demás sustancias fertilizantes, á las cuales designan especialmente con el nombre de *abonos*. Esta división, tan clara en apariencia, no es exacta en realidad, porque muchos abonos, y entre ellos el abono por excelencia, ó sea el estiércol, además de proporcionar alimentos á las plantas, modifican las propiedades físicas del suelo; y en cambio la cal, considerada como la enmienda tipo, constituye un alimento indispensable para las cosechas. Por eso, como dice Damseaux, el nombre de *enmiendas* aplicado á ciertos abonos ha pasado de moda.

La cal se encuentra abundantemente repartida por la superficie del globo; esto no obstante, hay regiones enteras en que las tierras sufren por falta de cal. Conviene por eso saber cuáles son los suelos que carecen de cal, y en los cuales, por consiguiente, la adición de abonos calcáreos produciría beneficiosa influencia.

La constitución geológica de una región puede suministrar excelentes indicaciones acerca de la oportunidad del empleo de las materias calcáreas. Las tierras procedentes de la desagregación de las rocas eruptivas, en las cuales dominan el feldesfato, el cuarzo y la mica, como los suelos graníticos, gneísicos, esquistosos, etc., carecen de cal; el encalado ó el margado es muy conveniente en estas tierras.

La ausencia del elemento calcáreo en las tierras se acusa por el crecimiento espontáneo de ciertas plantas: cuando se producen espontáneamente y en abundancia las acederas, retamas, juncos, brezos, digital, héléchos, etc., se puede decir que el empleo de la cal está indicado.

Ya se ha dicho en otro lugar que la falta de caliza no es de temer siempre que la tierra dé lugar á una viva efervescencia cuando se vierta sobre ella un ácido, tal como el ácido clorhídrico, ó solamente vinagre. Para practicar este ensayo es conveniente desleir antes un poco de tierra en un poco de agua, con objeto

de expulsar las burbujas de agua interpuestas; enseguida se añade el ácido clorhídrico ó el vinagre.

No hay motivo para que las cosechas empobrezcan el suelo en cal, al menos en proporción apreciable, pues aparte de que las cantidades extraídas por los diferentes cultivos son relativamente débiles, el elemento calcáreo se concentra sobre todo en las partes vegetales (forrajes, pajas, órganos foliáceos) que son consumidas en la granja y restituídas al suelo con los estiércoles. Más importante es el empobrecimiento en caliza que puede determinar el arrastre de la cal por las aguas de drenaje. Las aguas que atraviesan la tierra arrastran la cal al estado de bicarbonato, formado por la acción del ácido carbónico sobre la caliza, al estado de nitrato, procedente del contacto del carbonato de cal con el ácido nítrico producido por la nitrificación, al estado de sulfato, originado por el ácido sulfúrico de los sulfatos empleados como abono, y, por fin, al estado de cloruro, originado por el cloro de los cloruros añadidos al suelo. La pérdida de caliza que todas estas causas reunidas determinan no es para preocupar al agricultor cuando las tierras contienen grandes cantidades; pero cuando no son muy abundantes en cal es necesario recurrir al encalado ó al margado para mantener en el suelo este elemento esencial de la fertilidad.

Como las cantidades de cal que las cosechas extraen del suelo son relativamente pequeñas, los abonos calcáreos, más que para satisfacer las necesidades directas de las plantas, se emplean para que influyan indirectamente sobre la cosecha, mejorando las propiedades de las tierras y provocando las reacciones que ponen en circulación principios fertilizantes inmovilizados en el suelo.

Sin embargo, en ciertos casos las materias calcáreas obran directamente sobre la planta por la cal que proporcionan al suelo; tal sucede con las plantas llamadas *calcícolas* (alfalfa, esparceta, tréboles, etc.), que son casi exclusivamente propias de los terrenos calcáreos, y que gracias á la adición de grandes dosis de abonos calcáreos pueden prosperar en tierras donde antes era imposible su cultivo.

En el grupo de los abonos calcáreos se incluyen la *cal*, las *margas calizas*, los *escombros*, las *calizas* y *arenas conchíferas*, el *polvo de carreteras* y todas las sustancias que sirven para introducir en las tierras el elemento calcáreo.

Cal.—La práctica agrícola que tiene por objeto mezclar la cal á las tierras de cultivo recibe el nombre de *encalado*.

La *cal* ó *óxido de calcio* es el resultado de la calcinación del carbonato de la misma base. Quiere esto decir, que se obtiene la cal sometiendo á la acción del calor, en hornos apropiados, las piedras llamadas *calizas* ó *calcáreas*; el ácido carbónico se desprende y queda la *cal viva* ó *cáustica*, desprovista, también por la cocción, del agua que contenía la piedra calcárea. La calcinación tiene, pues, por efecto expulsar de la piedra caliza toda el agua de que estaba impregnada y todo el ácido carbónico que se hallaba combinado á la cal.

La cal, según sale de los hornos, ó sea la *cal viva*, es anhidra y muy dura. Por la influencia de la humedad, se hidrata rápidamente, es decir, que absorbe el agua con gran rapidez, calentándose mucho, aumentando considerablemente de volumen y reduciéndose á polvo extremadamente fino, que permite su difusión por el suelo; cuando la *cal viva* ha sufrido estas transformaciones se dice que se ha convertido en *cal apagada*. La cal ejerce siempre su acción en estado de *cal apagada*, porque, aunque se aplique la *cal viva*, se apaga rápidamente, por la influencia de la humedad. Los efectos que vamos á señalar se refieren, pues, en realidad á la *cal apagada*, aun cuando sea la *cal viva* la que se ha introducido en el suelo.

Como las piedras calcáreas están más ó menos mezcladas de sílice, arcilla, magnesia, etc., suministran cales de diferentes cualidades, cuyo empleo en agricultura no es indiferente, porque no obran todas de la misma manera en el suelo. En realidad hay tantas clases de cal como variedades mineralógicas de piedras calcáreas; en la imposibilidad de enumerarlas todas, indicaremos las cuatro principales:

1.^a *Cal grasa* ó pura. Es blanca; se desagrega fácilmente en el agua y aumenta mucho de volumen al apagarse. Tratada por el ácido clorhídrico diluído en agua se disuelve casi completamente sin efervescencia; evaporada la disolución hasta la sequedad y vuelta á tratar por el agua no deja residuo, ó cuando más el 10 por 100.

2.^a *Cal magra* ó silícea. De color gris ó ligeramente leonado; se desagrega más difícilmente que la anterior y aumenta poco de volumen al apagarse. Tratada por el ácido clorhídrico diluído deja

un residuo más ó menos abundante de arena silícea fácilmente reconocible al tacto por su aspereza y dureza. Se emplea en mayor proporción que la cal grasa.

3.^a *Cal hidráulica* ó arcillosa. Es más ó menos amarilla, según la cantidad de arcilla que contiene; se desagrega difícilmente y aumenta poco de volumen al apagarse. Tratada por el ácido clorhídrico diluído deja siempre un residuo más ó menos abundante; evaporado el líquido hasta la sequedad da un residuo que, tratado por el agua, deja de 10 á 25 y hasta 30 por 100 de arcilla insoluble.

4.^a *Cal magnésífera*. Es de color gris ó leonado y tiene los mismos caracteres que la cal *magra*. Se disuelve casi completamente en el ácido clorhídrico, y tratada la disolución por un poco de amoníaco se obtiene un precipitado en forma de copos blancos, tanto más abundante cuanto más considerable sea la proporción de magnesia. Esta cal obra de una manera muy activa y hay que emplearla con cuidado, porque si se aplica en grandes dosis sin que sigan abonos en abundancia esquilma el suelo como todas las cales, pero en mayor grado que las demás.

De estas cuatro clases de cal las dos primeras son las más usadas; la tercera corresponde al grupo de las margas y la cuarta escasea y su uso es poco ventajoso.

Por lo expuesto se comprende que la naturaleza de la cal que se ha de emplear tiene gran importancia en agricultura; conviene, por tanto, saber analizarla. Berthier ha indicado un método de análisis muy sencillo, suficientemente exacto para las necesidades agrícolas. St. Meunier lo describe de la siguiente manera en su obra *La terre végétale*:

La piedra calcárea reducida á polvo se tamiza. Se diluyen 10 gramos en un poco de agua; después se añade poco á poco, agitando sin cesar el líquido, ácido acético, ó en su defecto, ácido nítrico ó clorhídrico convenientemente diluído. Se deja de añadir el ácido cuando la magnesia no hace ya efervescencia. Se evapora á un calor suave hasta la consistencia un poco espesa para desembarazarse de la mayor parte del ácido empleado en exceso. Se diluye en medio litro de agua, se filtra para reunir y lavar la arcilla, que se pesa cuando se ha desecado al aire, se la calcina al rojo en un crisol, se la pesa de nuevo y la pérdida que ha sufrido por la calcinación representa el agua que se hallaba combi-

nada. En el líquido filtrado se vierte agua de cal en tanto que se forma un precipitado; se filtra lo más rápidamente posible y se lava el depósito retenido sobre el papel con agua destilada ó de lluvia. Este precipitado es la magnesia mezclada á los óxidos de hierro y de manganeso, si los contiene la piedra examinada; se calcina al rojo y se pesa. Después se toman otros 5 gramos de la piedra calcárea, se calcinan al calor blanco en un crisol de platino y se determina el peso del residuo; lo que falta corresponde al ácido carbónico y á la humedad desprendidos por la acción del fuego. Como se ha operado sólo con 5 gramos, para conocer la cantidad de cal no habrá más que restar del doble de este peso el de la arcilla dosada directamente.

Al comprar la cal se debe tener muy en cuenta la facilidad con que se pulveriza. Las cales que se reducen espontáneamente á polvo impalpable son las preferibles y las que hay que emplear en menor cantidad para obtener útiles resultados. La cal grasa es la que ofrece en mayor grado esta cualidad; por eso es la más apreciada en agricultura. Conviene que la cal sea de fabricación reciente, porque de lo contrario está más ó menos carbonatada y es, por consiguiente, menos activa. Se debe comprar la cal al peso y no por hectolitros, porque según la pureza de la cal y el grado de cocción y según que esté en fragmentos ó humedecida ó más ó menos apretada, el peso del hectolitro puede variar de 60 á 100 kilogramos. El peso medio del hectolitro es de 75 kilogramos.

La acción de la cal como materia fertilizante es múltiple: obra por sí misma sobre la vegetación, y además, sobre los elementos del suelo. Su acción sobre estos elementos es compleja, puesto que se ejerce sobre las materias orgánicas, así como sobre las materias minerales, y contribuye á la vez á modificar la constitución química y la naturaleza física de las tierras.

La cal viva desagrega primero y descompone después las materias orgánicas del suelo, transformando en amoníaco el nitrógeno contenido en estas materias. La cal, pues, transforma en asimilables los materiales orgánicos existentes en el suelo.

Puesto que la cal desorganiza con tanta facilidad las materias vegetales, el encalado debe producir buenos efectos en las tierras recién roturadas, donde existen gran cantidad de hojas, raíces y otros restos orgánicos, y en general en todos los suelos ricos en

sustancias vegetales ó en malas hierbas que convenga descomponer en provecho de las cosechas.

La cal, además de acelerar la descomposición de la materia orgánica, neutraliza la acidez del *mantillo* que se produce por esta descomposición. Así se explican los buenos efectos de la cal en las tierras recién roturadas, ricas en mantillo, y en las tierras de brezo y turbosas, cuya acidez neutraliza al mismo tiempo que favorece la destrucción de la materia orgánica que se halla en exceso.

La acción de la cal sobre los elementos minerales del suelo no es menos importante. Según Liebig, la cal acelera la desagregación de los silicatos aluminosos y alcalinos diseminados en las tierras labrantías en forma de arcilla, de mica, de feldspato y de otros restos de rocas cristalinas, poniendo á disposición de las raíces principios alcalinos necesarios para la vegetación.

Según las experiencias de Fuchs y Kulmann, es cierto que cuando la cal viva permanece bajo la influencia de la humedad en contacto con la arcilla durante un tiempo suficientemente prolongado se combina con sus elementos haciéndola soluble y poniendo en libertad no solamente la sílice gelatinosa ó soluble, sino también los álcalis (potasa y sosa) que esta arcilla contenía al estado de silicatos. La cal viva, atacando los silicatos aluminosos y alcalinos repartidos por las tierras arables contribuye, pues, á poner á disposición de la planta, en condiciones de ser asimilados, la sílice y los álcalis necesarios para su desenvolvimiento.

La cal satura el ácido fosfórico libre de los superfosfatos, que de otra manera corroería y destruiría los delicados tejidos de las raíces jóvenes.

Además de su acción química, la cal desempeña un papel importante modificando las propiedades físicas de las tierras. La cal absorbe la humedad y, coagulando la arcilla, da soltura y permeabilidad á los suelos compactos; por eso es conveniente emplearla en las tierras arcillosas, húmedas y frías de las comarcas lluviosas.

La cal destruye un número considerable de gérmenes de insectos y de plantas perjudiciales.

De una manera general se puede decir que los suelos á quienes debe aplicarse la cal son: 1.º, todos aquellos en que escasee el

elemento calcáreo; 2.º, las tierras recién roturadas, ricas en mantillo, y las de brezo y turbosas, cuya acidez neutraliza, al mismo tiempo que favorece la descomposición de la materia orgánica en exceso; 3.º, las tierras arcillosas, húmedas y frías de las comarcas lluviosas, en las cuales la cal, además de absorber la humedad, disocia los elementos, dando soltura y permeabilidad al terreno.

El modo de usar la cal es variable. Algunos la colocan en montones que esparcen cuando por la acción de la humedad atmosférica se ha reducido á polvo, eligiendo para ello días nubosos y templados. Este procedimiento ofrece, entre otros, el inconveniente de que la cal por esta larga exposición al aire se carbonata y obra con menos eficacia.

Más ventajoso es depositarla directamente sobre la misma tierra en pequeños montones de 100 á 150 kilogramos, que se recubren de una capa de tierra y se abandonan á sí mismos, pero teniendo cuidado de tapar con tierra las grietas que se producen en la superficie. Al cabo de algunos días ó de algunas semanas, según la calidad, la estación y el tiempo que reina, la cal está bien pulverizada. Se mezcla la cal con la tierra que la recubre y se reparte lo más uniformemente posible en tiempo seco y con aire tranquilo; conviene evitar que la lluvia moje el polvo de cal repartido por el campo, porque entonces la materia se aglomera en grumos de difícil división y se distribuye irregularmente por la capa arable. Si al repartir la mezcla se encuentran terrones de cal no pulverizados, se recogen y se riegan con agua para que se reduzcan á polvo.

Otro medio de encalar las tierras consiste en preparar un compuesto con la cal asociada á tierras de buena calidad, restos de vegetales, polvo de huesos y cenizas, ó en lugar de éstas sales potásicas de Stassfurt. Se emplea la cal para estos compuestos en la proporción de una parte por otra de materias orgánicas. Hay que cuidar de formar capas ó estratificaciones alternativas, disponiendo las cosas de manera que la capa inferior y la superior sean exclusivamente compuestas de las materias orgánicas más difícilmente descomponibles. La cal incorporada al montón del compuesto ocasiona un aumento de volumen que origina grietas que conviene tapar. Se remueve el montón cada quince días, teniendo siempre cuidado de cubrirlo de tierra. Al cabo de

dos ó tres meses, cuando la sustancia orgánica se halle en un estado de descomposición muy avanzada, se emplea.

Cualquiera que sea el medio empleado para incorporar la cal al suelo, para que esta incorporación sea completa, después de repetirla se debe practicar una buena labor de grada y algún tiempo después una ligera labor acaba de mezclarla á la tierra.

La mezcla de la cal con los abonos amoniacales da lugar á pérdidas importantes á consecuencia del desprendimiento del amoniaco al estado volátil.

Tampoco es prudente aplicar al mismo tiempo la cal y los abonos fosfatados. En una tierra no encalada, los fosfatos naturales son más fácilmente difundidos y utilizados, porque la materia orgánica puede ejercer sobre ellos una acción disolvente rápida, que no se manifiesta cuando la materia orgánica se encuentra saturada por la cal; el empleo de los fosfatos naturales debe, pues, preceder al encalado. Los superfosfatos, cuyo ácido fosfórico se halla en su mayor parte al estado soluble, en contacto con la cal se transforman en fosfatos insolubles, perdiendo la propiedad de difundirse fácilmente por el suelo; cuando haya necesidad de aplicar los dos abonos para un cultivo de primavera, conviene encalar en otoño y repartir el superfosfato después del invierno.

Teniendo en cuenta el poder desorganizador de la cal, se la hace entrar en una porción de compuestos fertilizantes, con toda clase de restos vegetales que se quiere convertir en abonos activos; estas diversas sustancias se introducen en el compuesto mezcladas con tierra. La gran masa de tierra que envuelve y recubre la mezcla de cal y de materia orgánica impide el desprendimiento del amoniaco, absorbiéndolo y nitrificándolo rápidamente. Pero cuando se mezcla directamente la cal viva ó apagada con la materia orgánica, sin mezcla de tierra, el amoniaco se desprende y se pierde para la vegetación; por eso no conviene mezclar la cal con los estiércoles. Cuando haya que aplicar á una tierra la cal y el estiércol, se comenzará por encalarla, y después se entierra el abono orgánico: la aplicación simultánea de la cal y del estiércol da por resultado el desprendimiento del amoniaco, á causa de la rápida descomposición de la materia orgánica. Esta pérdida del amoniaco es de temer especialmente en las tierras ligeras y poco absorbentes.

El otoño es la estación favorable para la aplicación de la cal. Cuando se encala en primavera, es necesario proceder á la operación tan pronto como el suelo esté suficientemente desecado. Cualquiera que sea la época, conviene enterrar la cal quince días ó tres semanas antes de la siembra ó de la plantación, para que tenga tiempo de carbonatarse y pierda su causticidad.

La cantidad de cal que se debe aplicar por hectárea es muy variable; depende de la naturaleza de las tierras, de la calidad de la cal y de la frecuencia del encalado. En Inglaterra se emplea por hectárea, para un período de diez á veinte años, 500 hectolitros en las tierras muy turbosas, 200 en las tierras arcillosas y 150 en los suelos ligeros. En Alemania se encala cada cuatro años á razón de 15 á 20 hectolitros por hectárea. En Francia, la dosis más usada es de 40 á 60 hectolitros cada seis ú ocho años, por término medio 5 ó 6 hectolitros por hectárea y por año. En nuestro país se emplea bastante menos cantidad.

Por término medio puede decirse que la cantidad de cal que debe emplearse por hectárea y por año es de 4 hectolitros; advirtiéndose que el encalado débil pero repetido con frecuencia, de seis en seis años, por ejemplo, es preferible á aplicar de una vez grandes cantidades. La introducción en el suelo de una dosis exagerada de cal le da un grado de mullimiento excesivo, y estimula su actividad de tal manera que se empobrece y esquilma muy pronto.

No hay inconveniente en aumentar la dosis en las tierras fuertes, en los suelos ricos en materia orgánica, y sobre todo en los terrenos húmiferos y pobres en cal.

No se debe encalar las tierras pobres; sólo en los suelos que poseen elementos asimilables en reserva ó muy bien abonados es ventajoso el empleo de la cal. De todos modos, importa no exagerar el encalado, sobre todo si no se dispone de abonos apropiados para sostener la fertilidad del suelo. Los abonos orgánicos, y sobre todo el estiércol, son los que convienen á las tierras empobrecidas por la cal; estos abonos restituyen, además de los principios fertilizantes, el humus, cuyo papel es tan importante.

Es irracional la aplicación de grandes dosis de cal bajo el pretexto de renovar la operación con menos frecuencia. El empleo de cantidades muy considerables obliga á anticipos importantes de capital. Por otra parte, las cantidades de cal arrastradas á las