

mente el carbonato de potasa refinado á 90 por 100 para las patatas, y especialmente para la vid. Hay que manejarlo con precaución.

Sales de Stassfurt.—Las sales de Stassfurt (Prusia), originarias de las minas de este nombre, se emplean anualmente para la agricultura en cantidad de muchos millones de toneladas. El yacimiento de las sales potásicas y magnesianas de Stassfurt consiste en una capa de 80 á 100 metros de espesor de una extensión considerable, situada en el terreno pérmico á una profundidad de 300 á 400 metros. Las minas de Stassfurt, descubiertas en 1850 y definitivamente instaladas en 1861, como fábrica de abonos potásicos, proporcionan cantidades enormes, y por decirlo así ilimitadas, de sales potásicas y aseguran á la industria y á la agricultura una fuente, por mucho tiempo inagotable, de una materia fertilizante cuya escasez comenzaba á preocupar. En las 34 fábricas que hoy existen se obtienen hasta 13 variedades diferentes de abonos potásicos; estos abonos contienen, en mayor ó menor proporción, sulfatos de potasa y de magnesia y cloruros de las mismas bases; casi todos los elementos que contienen las preparaciones salinas de esta procedencia se hallan en estado fácilmente soluble.

Aparte de inmensas cantidades de sal gema que ocupan la base de estos yacimientos, la sal que se encuentra en más abundancia en las minas de Stassfurt es la *carnalita* (cloruro de potasio y de magnesio hidratado); se encuentran, además, menos abundantes, la *kainita* (sal doble de sulfato de potasa y de sulfato de magnesia, con algo de cloruros de magnesio y de sodio), la *polyhalita* (sulfato de cal, de magnesia y de potasa hidratada), la *kieserita* (magnesia sulfatada hidratada), la *grugita* (mineral esencialmente formado de sulfatos diversos) y otras variedades.

En las sales brutas de Stassfurt la potasa está mezclada con otras muchas materias inertes, y algunas perjudiciales; las sales de magnesia, y en particular el cloruro, ejercen con frecuencia una acción perjudicial sobre la vegetación. Para aislar la potasa y obtener un producto uniforme y concentrado que pueda soportar los gastos de transporte y privado de las sustancias inútiles y nocivas, se somete las sales de Stassfurt, en fábricas próximas á los yacimientos, á diversas preparaciones. De la carnalita se

extrae el cloruro de potasio y de la kainita procede el sulfato de potasa.

Pero como más comúnmente se emplea la kainita es al estado bruto, ó cuando más, privada del cloruro de magnesio por la calcinación. La kainita bruta contiene 12 á 13 por 100 de potasa en forma de sulfato de potasa (22 á 24 por 100). La kainita calcinada y molida se llama *kainita preparada* y contiene, por término medio, 30 á 33 por 100 de potasa al estado de sulfato.

Además de los productos indicados (cloruros, sulfatos, kainita, etc.), de Stassfurt se exportan al mundo entero, con la denominación general de *kainitas*, sustancias de composición variable que resultan de la mezcla, en proporciones diversas, de los minerales explotados en estos yacimientos.

En los países alejados de estas minas no resulta económico el empleo de estos productos brutos, á causa de los gastos de transporte; son preferibles las sales potásicas concentradas (cloruros y sulfatos). Además, las sales brutas contienen cloruro de magnesio que, según se ha dicho, puede ser perjudicial. Por eso, al dosado de la potasa en los productos impuros debe acompañar el de la magnesia al estado de cloruro.

Hasta que se descubrieron los yacimientos de sales potásicas de Stassfurt, las únicas fuentes de potasa que se utilizaban en agricultura eran las cenizas de los vegetales y las sales extraídas de las marismas y lagunas saladas.

Las aguas madres de las marismas y lagunas saladas, evaporadas por la acción del calor durante el verano, después de la cristalización de la sal marina, dejan como residuo una mezcla de sales potásicas (sulfatos y cloruros de potasio, sodio y magnesio) que pueden sustituir en los países meridionales, como el nuestro, á las sales de Stassfurt. Para evitar la acción perjudicial del cloruro de magnesio que contienen es conveniente introducirlas con bastante anticipación en el suelo ó incorporarlas al estiércol para que se diluyan.

Empleo de las sales potásicas.—Debido al estado de solubilidad en que se aplican, las sales potásicas se disuelven en poco tiempo en el agua que la tierra contiene, y las lluvias más ligeras bastan para difundirlas rápida y completamente por el suelo; en este primer período las sales potásicas pueden ser utilizadas por las plantas en la misma forma en que se aplican. Pero

al cabo de algún tiempo pierden su forma primitiva, experimentan profundas modificaciones en su constitución y quedan retenidas por el suelo, en una forma casi insoluble, gracias al poder absorbente de la tierra. El suelo fija, pues, la potasa y la sustrae á la acción del agua; las lluvias no arrastran las sales potásicas. Los agentes de la fijación son, como sabemos, la arcilla y el humus.

En las tierras francas, ó sea en las que contienen en buena proporción estos elementos fijadores, no hay, por consiguiente, temor de que el agua arrastre las sales de potasa, y se puede, por eso, aplicarlas en el otoño, aun para las plantas que se siembran en primavera.

Las tierras fuertes, generalmente bien provistas de arcilla y humus, retienen también enérgicamente la potasa; se puede, pues, también aplicarles las sales potásicas con mucha anticipación. Al aplicar la potasa á estas tierras hay que tener en cuenta que las sales potásicas, especialmente si, como es muy frecuente, están mezcladas al cloruro de magnesio, mantienen la humedad del suelo, y como ya por sí mismas las tierras arcillosas tienden á retener el agua, las sales potásicas, aumentando esta tendencia, pueden sostener en las tierras un exceso de humedad perjudicial para la vegetación. Por otra parte, la gran afinidad que la arcilla tiene para la potasa es causa de que no la ceda fácilmente á las raíces, y es necesario por eso saturar esa afinidad si se quiere que las plantas dispongan de la potasa que necesitan. La primera consideración aconseja disminuir la proporción de potasa; la segunda, recomienda, por el contrario, aumentarla. Conviene, pues, no incurrir en exageraciones en ninguno de los dos sentidos.

En las tierras exclusivamente calizas, que carecen de los elementos fijadores y las aguas pueden arrastrar la potasa, se debe retrasar la aplicación de las sales potásicas hasta la labor que precede á la siembra y no se empleará más que la cantidad que exija la cosecha del año, pues lo que se dé de más no podrá ser aprovechado por los cultivos siguientes. Aunque la potasa se aplique en pequeñas dosis y tardíamente, producirá buenos efectos, pues en las tierras calcáreas los resultados de los abonos potásicos son inmediatos.

También se deben emplear con poca anticipación y en dosis moderadas las sales potásicas en las tierras arenosas, pues por

su pobreza en humus y en arcilla y por su mucha permeabilidad la facultad absorbente es muy escasa. Los efectos de las sales potásicas son rápidos en estas tierras, siempre que el suelo contenga suficiente humedad, condición que fácilmente se satisface á poco que llueva, pues las sales potásicas, especialmente las que contienen cloruro de magnesio, mantienen, como el nitrato de sosa, cierta humedad en el suelo. Por estas consideraciones, la época más favorable para la aplicación de los abonos potásicos á las tierras arenosas es la comprendida entre fin de Febrero y principios de Mayo.

La adición de las sales potásicas da excelentes resultados en los terrenos turbosos, siempre que no contengan ácidos libres ó sales solubles de hierro; en este caso hay que encalarlos previamente ó emplear simultáneamente la potasa y la cal.

La aplicación de las sales potásicas determina la pérdida de la cal del suelo. En efecto, el ácido de la sal, en contacto con la caliza del terreno, hace pasar la cal al estado soluble y es arrastrada por el agua. Por eso en las tierras pobres en caliza, el empleo repetido de las sales potásicas puede ser, desde este punto de vista, perjudicial, si no se tiene la precaución de encalarlas ó margarlas antes de la aplicación de las sales potásicas. La eliminación de la cal se verifica con más energía cuando se aplica el cloruro de potasio que cuando se emplea el sulfato de potasa. Cuando el suelo es rico en caliza, no hay que preocuparse de la pérdida de cal producida por las sales potásicas.

Las sales potásicas están dotadas de cierta causticidad, sea por sí mismas, sea por las sustancias extrañas á que se encuentran mezcladas con frecuencia, sea por los productos que resultan de las reacciones que provocan en el suelo. No conviene por eso emplearlas al mismo tiempo que las semillas, porque pueden matar el germen, ó por lo menos perjudicar á las plantas recién nacidas. Tampoco se emplearán en cobertera sobre las cosechas nacientes, porque pueden quemar las hojas y ocasionar la marchitez y hasta la muerte de las plantas. Para evitar su acción corrosiva se aplicarán con la mayor anticipación posible, de modo que haya tiempo para que se transformen en el suelo y pierdan los elementos á que se debe su causticidad y las impurezas perjudiciales.

Generalmente se reparten las sales potásicas en el otoño. Esta

época es la que debe preferirse para las tierras de tenacidad media; en las tierras ligeras y poco absorbentes es preferible repartirlas en primavera, especialmente si se emplean en pequeña cantidad.

Sea cualquiera la naturaleza de la sal potásica empleada y el cultivo á que se aplique, á excepción de las praderas, no se empleará nunca en cobertera.

Se enterrarán lo más profundamente posible, hasta las capas que las raíces frecuentan de preferencia.

Para repartirlas con regularidad conviene pulverizarlas; con objeto de que con la sequía no se aglomeren en masas más ó menos duras, se recomienda mezclarlas con un 5 á 10 por 100 de turba pulverizada ó de tierra bien dividida.

Se facilita su distribución regular mezclando las sales potásicas á un volumen doble ó triple de tierra suelta; esta mezcla es indispensable para las sales cáusticas, como los residuos salinos, las potasas brutas, y hasta para las cenizas, que atacan las manos de los encargados de repartirlas.

En vez de asociarlas á estas materias inertes, no hay inconveniente en mezclarlas á otros abonos, tales como los fosfatos, superfosfatos, nitratos, sulfato de amoníaco, yeso, materias orgánicas, etc., pues no se produce ninguna reacción perjudicial. Se exceptúan los abonos que contengan la potasa al estado de carbonato, los cuales no se deben mezclar con el nitrógeno amoniacal ni con el nitrógeno orgánico fácilmente descomponible, porque el carbonato de potasa, como la cal, originará pérdidas de amoníaco.

Cuando se trata del empleo de grandes cantidades, los autores alemanes aconsejan asociar las sales potásicas, y particularmente las sales brutas, á los estiércoles en preparación; de esta manera, según ellos, el cloruro de magnesio y el sulfato de magnesia que estos productos contienen evita el desprendimiento del amoníaco.

La cal viva en polvo y el yeso aumentan la acción de las sales potásicas. Para conseguirlo, se mezclan 100 kilogramos de kainita con 15 ó 20 de cal apagada de buena calidad; se añade agua, agitando activamente la mezcla. Pasados algunos días, se pulveriza la masa, se mezcla con tierra seca, se criba y se reparte sobre las camadas de los establos ó sobre los montones de estiércol en preparación.

Se empleará las sales potásicas en dosis proporcionadas á la naturaleza del suelo y á las exigencias de las plantas; ya sabemos que los cereales reclaman poco y que las raíces y tubérculos y las leguminosas forrajeras absorben, por el contrario, grandes cantidades. Sin embargo, como las sales potásicas no son arrastradas por las aguas, no hay que preocuparse de proporcionar exactamente la cantidad conveniente, pues el agricultor no corre el peligro de perder este elemento en el caso de que el abono introducido en el suelo lo contenga en exceso, por lo menos en las tierras dotadas en alto grado de la propiedad absorbente; únicamente en los suelos que carecen de arcilla y de humus, cuyas propiedades absorbentes son muy débiles, conviene no proporcionar más que la potasa necesaria para la cosecha del año.

Como las sales potásicas más usadas como abono (cloruro, sulfato y nitrato) tienen todas próximamente una riqueza en potasa de 50 por 100, se pueden emplear en dosis casi iguales.

En las tierras pobres en potasa se aplicará la cantidad de este elemento que la cosecha reclame: 150 kilogramos de cloruro ó de sulfato para los cereales, vid y plantas industriales; 300 á 500 kilogramos de las mismas sales para las raíces y tubérculos, y próximamente 300 kilogramos para las legumbres. En los suelos cretáceos y en los completamente arenosos, que carecen casi enteramente de potasa, así como en los terrenos fuertes donde los abonos se difunden lentamente, conviene emplear dosis elevadas. En las tierras suficientemente provistas de potasa, el empleo de los abonos potásicos es inútil.

Claro es que, si en vez de las sales potásicas acabadas de citar, se emplean otros abonos potásicos menos ricos, como las sales brutas de Stassfurt, por ejemplo, habrá que aumentar la dosis en la proporción necesaria para introducir en el suelo la misma cantidad de potasa que con aquéllas; pero en este caso se tendrá muy en cuenta las indicaciones relativas á la época de empleo, con el fin de que haya tiempo para que antes del nacimiento de las plantas se eliminen las sustancias nocivas que acompañan á tan grandes cantidades de abono.

Cenizas.—La composición de las cenizas varía con la naturaleza de los combustibles que las proporcionan.

Las que resultan de la combustión de los vegetales y de sus residuos, contienen sales de potasa y fosfatos y pueden, por con-

siguiente, emplearse como abono mineral. Las sales que contienen estas cenizas son unas solubles y otras insolubles. La parte soluble, á la que es debida en primer término su propiedad fertilizante, está formada principalmente por sales de potasa, y la parte insoluble por carbonatos y fosfatos de cal y magnesia. Las cenizas procedentes de los combustibles vegetales que se queman en los hogares domésticos contienen el carbonato de cal en gran cantidad, de 6 á 10 por 100 de potasa y de 2 á 5 por 100 de ácido fosfórico.

Estas cenizas convienen especialmente á las praderas naturales, tréboles, alfalfa, cáñamo, tabaco y plantas de semillas oleaginosas.

Obran de preferencia sobre los suelos no calcáreos, en los terrenos arcillosos, compactos, húmedos y fríos.

No solamente favorecen la vegetación, sino que su empleo constante y continuado durante algunos años destruye las malas hierbas.

Se emplean en dosis de 25 á 30 hectolitros por hectárea. Cuando no se dispone de cantidades de alguna consideración se mezclan con los estiércoles, y así se utilizan las pequeñas cantidades de que ordinariamente puede disponer el agricultor y se aumenta la riqueza del estiércol en potasa.

Es mejor, sobre todo en las praderas, emplear las cenizas en pequeñas dosis repetidas que en grandes cantidades, porque en este último caso hay peligro de quemar y desorganizar las plantas.

Cuando se tratan las cenizas por el agua se disuelven, como es consiguiente, todas las materias solubles; el líquido que contiene las materias solubles se llama vulgarmente *lejía* y el residuo insoluble que queda después de separada la lejía recibe el nombre de *ceniza lexiviada*. Las lejías empleadas en ciertas industrias y las cenizas lexiviadas que quedan como residuo pueden unirse de nuevo después de utilizadas aquéllas ó emplearse aisladamente en beneficio de la agricultura. Las lejías pueden considerarse como abonos potásicos; las cenizas lexiviadas obran principalmente como abonos fosfatados.

La lejía empleada en el blanqueo de las telas puede aprovecharse, por su excesiva alcalinidad, en los terrenos algo ácidos; pero es preferible extenderla en siete ú ocho veces su volumen

de agua y repartirla sobre las praderas ó sobre los estiércoles.

Las cenizas lexiviadas que quedan como residuo de las lejías empleadas en el blanqueo de las telas y en las fábricas de jabón, aunque desprovistas de los principios solubles, no dejan de tener propiedades fertilizantes, pues están formadas de una mezcla de carbonatos y fosfatos térreos, principalmente de cal, finamente divididos, y pequeñas cantidades de sales alcalinas. Aunque su acción es menos importante que la de las cenizas comunes, ejercen, sin embargo, buena influencia, por las cantidades de carbonato y de fosfato de cal que contienen, sobre todos los suelos, especialmente sobre los arcillosos y compactos, sobre todas las cosechas, particularmente sobre los prados no regados, y aplicadas en todas las estaciones, excepto en el invierno. Son más baratas y no se corre con ellas el peligro de quemar las plantas, como sucede con las cenizas vivas y recientes. La dosis media es de 25 á 32 hectolitros por hectárea, que se aumenta en los suelos húmedos y compactos y se disminuye en los secos y ligeros; con esta dosis sus efectos duran de cinco á seis años. Se reparten á mano ó con la pala cuando están bien secas y el suelo poco húmedo, y se entierran con un ligero pase de rastra, ó más generalmente, se dejan al descubierto, sobre todo si el tiempo está lluvioso. Mezcladas al estiércol producen, como es natural, efectos más beneficiosos que si se emplean solas.

Las cenizas de turba y de hulla contienen también principios fertilizantes, pero son muy inferiores como abono á las de los vegetales. Contienen mayor ó menor cantidad de carbonato y de sulfato de cal, algo de magnesia y cantidades insignificantes de álcalis y de ácido fosfórico. Se puede decir que en general carecen de potasa y de fosfatos y que sus buenos efectos sobre las praderas artificiales se explican por el sulfato de cal que contienen.

Su acción es principalmente mecánica, pues dan soltura á las tierras tenaces. Su empleo exige algunas precauciones, porque usadas en grandes dosis ó en tiempo lluvioso pueden perjudicar á las plantas. Antes de su empleo deben ser desembarazadas, por medio de cribas, de las escorias y piedras que las acompañan.

La mejor manera de utilizar estas cenizas es mezclarlas á compuestos fertilizantes ricos en materias orgánicas. Aisladas

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