

Uso de gesso na agricultura

*Edilson Carvalho Brasil
Eduardo do Valle Lima
Manoel da Silva Cravo*

Importância do gesso na agricultura

O gesso é um produto que possui aplicação em uma série de atividades econômicas. Na agricultura, pode ser empregado como fornecedor de nutrientes – cálcio (Ca) e enxofre (S) –, condicionador de subsuperfície, minimizando os efeitos da acidez de subsolo, além de atuar na correção de solos sódicos. Conforme a legislação brasileira, o gesso é classificado como corretivo de sodicidade e condicionador de solo (Brasil, 2006).

Por ser um sal solúvel em água (sulfato de cálcio dihidratado – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), após sua aplicação no solo, o gesso pode liberar cálcio e enxofre, já que o produto apresenta, em média, 19% de cálcio e 15% de enxofre, representando uma importante fonte desses nutrientes para as culturas.

O produto tem sido classificado como condicionador do solo por promover alterações químicas no solo, principalmente nas camadas subsuperficiais, favorecendo o desenvolvimento das raízes em profundidade, estimuladas pela absorção de água e nutrientes em camadas mais profundas do solo. Essa condição confere maior tolerância às plantas, em ocasiões de déficit hídrico no solo, durante a ocorrência de veranicos e nos períodos de safrinhas, quando há redução dos índices pluviométricos, com menor disponibilidade de água no solo.

A redução da acidez do subsolo pode ocorrer em decorrência da movimentação de cátions, especialmente Ca, potássio (K) e magnésio (Mg) ao longo do perfil do solo, promovendo o aumento dos teores desses nutrientes no subsolo e a redução da saturação por alumínio, com diminuição dos efeitos tóxicos decorrentes de elevados teores do elemento.

Em solos sódicos, a aplicação de gesso fornece cálcio para a solução do solo, que substituirá o sódio no complexo de troca, o qual sofre o processo de lixiviação pela água de drenagem, na forma de sulfato de sódio. Nesses solos, os elevados teores de sódio causam a dispersão da argila, afetando fortemente as propriedades físicas do solo (porosidade, estrutura e condutividade hidráulica). Como o gesso possui efeito floculante no solo, a sua aplicação promove a redução da dispersão da argila, com o aumento da permeabilidade do solo, favorecendo a melhoria das propriedades físicas.

Em solos arenosos que possuem baixa fertilidade e reduzidos teores de matéria orgânica, as quantidades a serem aplicadas de gesso devem ser criteriosamente definidas, já que acima de 5 t/ha podem causar efeitos danosos para o desenvolvimento das culturas, em decorrência de uma remoção preferencial de Mg e K da camada superficial do solo para camadas mais profundas, fora do alcance das raízes. Em alguns tipos de solos, esse efeito de lixiviação de cátions pode ocorrer com doses inferiores a 2 t/ha. Portanto, nessas condições, a preocupação seria evitar a aplicação excessiva do produto para prevenir lixiviação.

Um aspecto importante é que o gesso não deve ser usado como um corretivo de acidez do solo, em razão de sua natureza química. Além disso, a sua adição em mistura com corretivos de acidez pode reduzir o poder relativo de neutralização total (PRNT) do produto final, em decorrência de não apresentar efeito neutralizante da acidez do solo. Portanto, a sua utilização não deve ser feita de forma indiscriminada, mas seguindo critérios técnicos para condições específicas dos diferentes tipos de solo e das culturas desejadas.

Origem do gesso

Gesso é um termo genérico que tem sido usado como sinônimo de gipsita, gesso agrícola, fosfogesso e gesso propriamente dito.

A gipsita é um sulfato de cálcio hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) de origem mineral, abundante na natureza, geralmente ocorrendo associado à anidrita, que é o sulfato de cálcio anidro ou desidratado e possui pouca expressão econômica. Portanto, a gipsita é o termo mais adequado ao mineral em estado natural, o qual possui uma característica peculiar, que é a facilidade de desidratação e rehidratação.

Em sua forma natural, a gipsita tem sido bastante usada no setor industrial, no qual possui grande aplicação na fabricação do cimento, como retardador do tempo de pega, quando adicionado ao clínquer, que é um material sinterizado e peletizado empregado no fabrico do cimento Portland.

Por ser um mineral de baixa dureza, quando submetido a temperaturas em torno de 160 °C, a gipsita desidrata-se parcialmente, perdendo até 25% de água combinada, originando um hemidrato, conhecido comercialmente como “gesso” ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$). Essa forma possui seu maior mercado na construção civil, como estruturas pré-moldadas (placas de forro, blocos de divisória, placas de gesso acartonado e decoração) e opções de revestimento para paredes, bem como em indústrias diversas (fundição de cerâmicas e metalúrgicas, aglomerante do giz, moldes na ortopedia, prótese dental, obras artísticas e fabricação de plásticos, isolante térmico e acústico em mistura com outros materiais).

Na agricultura, a gipsita recebe a denominação de gesso agrícola, cuja utilização como corretivo de solos alcalinos possui registros muito antigos na Europa, remontando ao início do século 18. O primeiro registro da utilização do gesso como condicionador do solo foi o estudo publicado por Lavoisier, em um experimento na Suíça, no ano de 1768, em que foram observados benefícios no crescimento do trevo.

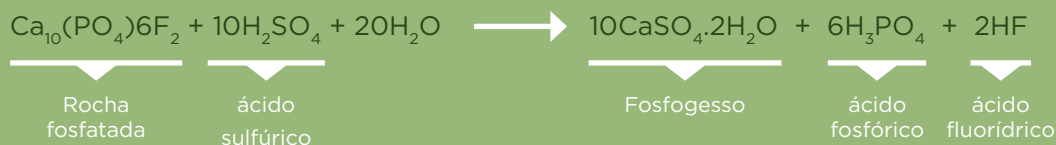
Atualmente, a gipsita tem sido extraída em diversos países do mundo, com produção mundial de 160 milhões de toneladas, em 2013, da qual o Brasil participou com 11%. Os principais depósitos de gipsita no Brasil ocorrem associados às bacias sedimentares conhecidas como Bacia Amazônica (Amazonas e Pará); Bacia do Meio Norte ou Bacia do Parnaíba (Maranhão e Tocantins); Bacia Potiguar (Rio Grande do Norte); Bacia do Recôncavo (Bahia) e Bacia Sedimentar do Araripe (Piauí, Ceará e Pernambuco), sendo esta última considerada o principal polo produtor de gesso do País.

No Pará, as reservas descobertas, ainda na década de 1970, estão concentradas no município de Aveiro, na bacia hidrográfica do Rio Tapajós, representando 21,9% das reservas medidas do Brasil. Porém, o seu aproveitamento ainda é muito incipiente, correspondendo a 0,2% da produção nacional de gipsita no ano de 2013.

O gesso também pode ser obtido como subproduto de processos industriais de produção dos ácidos fosfórico, fluorídrico e cítrico. O produto recebe a denominação particular de fosfogesso, quando originado do processo de produção de ácido fosfórico nas indústrias de fertilizantes fosfatados concentrados (superfosfato simples), por conter, em sua constituição, uma pequena quantidade de fósforo (0,5% a 0,8% de P_2O_5), oriunda da rocha fosfatada original. Por ser um produto bastante utilizado na agricultura, o fosfogesso também tem sido denominado de gesso agrícola.

Durante o processo de produção de fertilizantes fosfatados concentrados, inicialmente, ocorre a etapa de acidulação da rocha fosfática (apatita), cuja decomposição se dá por meio de ataque com o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que acontece em dois estágios. No primeiro, o ácido sulfúrico reage com parte do minério fosfático, havendo a liberação do cálcio que se liga ao enxofre, originando o sulfato de cálcio (fosfogesso), enquanto o hidrogênio (H) do ácido sulfúrico interage com o composto fosfático, formando o ácido fosfórico (H_3PO_4). Nesse processo, ainda, há a produção de ácido fluorídrico em menor quantidade. No segundo estágio, o ácido fosfórico, produzido na primeira etapa, ataca o mineral fosfático não reagido, formando fosfato monocálcico (superfosfato simples), gesso e ácido fluorídrico.

Produção de ácido fosfórico:



Produção de superfosfato simples:



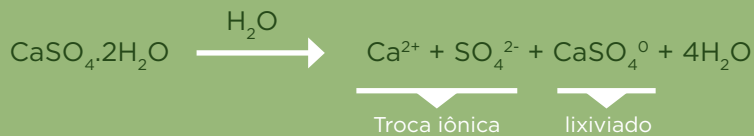
Para cada tonelada de P_2O_5 produzida, obtêm-se a ordem de 4 t a 5 t de gesso agrícola, que, há alguns anos, era um resíduo indesejável e comumente doado pelas indústrias do setor. Contudo, atualmente, este mesmo gesso, derivado da indústria do fosfato como subproduto da fabricação do adubo químico superfosfato simples, vem sendo comercializado como mais um insumo agrícola. O fosfogesso apresenta solubilidade de 2,4 g/L, que é muito maior do que a do calcário. O gesso tem solubilidade em água 22,7 vezes maior do que o carbonato de magnésio ($MgCO_3$) e 172 vezes maior do que o carbonato de cálcio ($CaCO_3$). Isto influenciará de maneira substancial na sua velocidade de reação de hidrólise ao ser aplicado no solo.

A maior parte do gesso agrícola utilizado no estado do Pará tem sido comercializada na forma de gipsita natural, originária de jazidas do Maranhão, município de Grajaú e, em menor proporção, do estado do Ceará. Por sua vez, o fosfogesso tem sido pouco comercializado no Pará, em decorrência das grandes distâncias das fontes produtoras, que são as indústrias de fertilizantes fosfatados, localizadas em Cubatão, SP, Uberaba, MG, e Catalão, GO.

Ação do gesso agrícola no solo

A ação do gesso no solo pode variar em função do teor de matéria orgânica, da natureza da mineralogia da fração argila e do teor de argila no solo, sendo governada pelas propriedades eletroquímicas do solo.

Como o gesso agrícola ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) é um sal solúvel em água, com a sua aplicação no solo em presença de umidade, inicia o processo de hidrólise do sulfato de cálcio, com a perda de suas moléculas de água. Nessa fase, aproximadamente 50% do gesso agrícola aplicado dissocia-se nos íons resultantes cálcio (Ca^{2+}) e sulfato (SO_4^{2-}), que podem participar da troca iônica na superfície dos colóides do solo, atuando como fontes de cálcio e de enxofre para as plantas, conforme o esquema a seguir.



Além dos íons cálcio e sulfato, há a formação do complexo solúvel neutro de sulfato de cálcio ($CaSO_4^0$), cuja eletroneutralidade possibilita a fácil movimentação ao longo do perfil do solo. Nesta forma, o sulfato de cálcio tem uma lixiviação livre no perfil, atingindo camadas mais profundas, podendo chegar até a 1 m de profundidade.

O íon sulfato (SO_4) dissociado na superfície do solo, dependendo das condições e quantidades aplicadas, pode se associar a íons metálicos presentes na solução do solo, formando pares iônicos ($MgSO_4^0$, $K_2SO_4^0$ e $MnSO_4^0$) que se movimentam para as camadas mais profundas, favorecendo a elevação dos teores desses cátions em profundidade, principalmente o cálcio, promovendo a melhoria das características químicas do subsolo.

No processo de troca iônica, o cálcio presente em maiores quantidades na solução do solo, pela aplicação de gesso agrícola, pode deslocar os íons de alumínio trivalente (Al^{3+}) da superfície dos colóides para a solução do solo e os íons sulfato promovem a complexação do alumínio, formando a espécie química AlSO_4^+ , que possui menor atividade na solução do solo e menor toxicidade para as plantas. A diminuição da atividade do íon Al^{3+} (tóxico às plantas) na solução do solo e no complexo de troca minimiza os efeitos de inibição do crescimento radicular e favorece o aprofundamento das raízes.

Portanto, o gesso não tem a função de corrigir a acidez e nem diminuir o Al^{3+} trocável do solo, mas de alterar a forma iônica do Al trivalente, que é mais tóxica, para uma forma menos tóxica. A ação do gesso na redução da acidez do solo tem sido relacionada à diminuição da saturação por alumínio, decorrente do aumento do teor de cálcio em profundidade, melhorando o ambiente radicular.

O íon sulfato ainda pode ser adsorvido por minerais de argila e óxidos de ferro e alumínio, dificultando a sua movimentação para as camadas mais profundas, já que as condições de eletroneutralidade da solução do solo exigem que os cátions sejam acompanhados por ânions, na forma de complexos ou de íons livres. A adsorção de sulfato favorece a redução da fixação de fósforo, uma vez que compete pelos mesmos sítios de adsorção do fosfato.

Quando aplicado em grandes quantidades na camada superficial (0 cm a 20 cm) do solo, o gesso promove o enriquecimento de Ca^{2+} , podendo ocasionar o desbalanço em relação às quantidades dos demais cátions presentes no solo, especialmente Mg e K. Na prática, os maiores problemas têm sido observados com relação ao Mg^{2+} , em que a aplicação de gesso pode favorecer a movimentação do nutriente para camadas mais profundas, ocasionando o seu desbalanço, em relação aos demais nutrientes. Com isso, maiores cuidados deverão ser tomados durante a calagem, dando-se preferência para materiais corretivos que contenham Mg na sua composição, como forma de aumentar os teores do nutriente no solo e reduzir as possibilidades de desbalanço nutricional.

Em relação ao K^+ , apesar de haver a possibilidade de lixiviação, não são constatadas perdas substanciais por lixiviação excessiva desse nutriente, pois este possui a forma monovalente, isto é, só tem uma carga positiva disponível, enquanto o Ca e o Mg são bivalentes e o Al tóxico é trivalente. Assim sendo, ao dissociar-se do Ca^{2+} , o SO_4^{2-} terá preferência inicialmente pelo Al^{3+} , em função da maior força de ligação e depois pelo Mg^{2+} , ficando em último grau de associação o K^+ .

No sistema de plantio direto (SPD), o efeito do calcário aplicado na superfície do solo tem menor influência na correção da acidez do subsolo, já que não há revolvimento do solo para a incorporação do calcário, como se verifica no sistema convencional. Nesse caso, a aplicação de gesso possui efeito complementar à calagem, promovendo a melhoria dos atributos químicos do subsolo e melhorando o ambiente radicular de camadas mais profundas do solo. Além disso, no SPD, o manejo químico de plantas daninhas tem gerado um acúmulo de grande volume de “palhada” sobre o solo. Isto vem promovendo o enriquecimento natural da superfície do solo, com a deposição de resíduos vegetais constituídos, basicamente, por gramíneas que possuem maiores teores de potássio.

Com a aplicação de gesso também haverá um maior volume radicular em profundidade, propiciando elevada reciclagem de K, que será disponibilizado, em grande quantidade, todas as vezes que se fizer o manejo da “palhada”, aumentando o K nas camadas superficiais do solo, mesmo que haja alguma lixiviação desse elemento em função do gesso aplicado. É bastante corriqueiro, em áreas de SPD, ou onde se efetue o manejo da “palhada” de gramíneas, constatar elevação gradual do K na profundidade de 0 cm a 20 cm, mesmo com a aplicação de gesso.

Além da melhoria dos atributos químicos do solo, o gesso pode promover melhorias nas características físicas, já que o produto possui efeito floculante das partículas do solo, favorecendo a agregação e reduzindo a dispersão da argila. O processo de floculação ou granulação aumenta a porosidade do solo, com elevação da permeabilidade e da capacidade de retenção de água, favorecendo o maior crescimento radicular, pela redução do estresse hídrico.

Alguns trabalhos têm demonstrado os efeitos positivos do gesso, no impedimento do encrostamento superficial, ou na redução do adensamento de camadas do subsolo, além de influir, de forma favorável, na condutividade hidráulica de solos.

Importância do gesso para as culturas

O gesso deve ser considerado como um condicionador que será aplicado ao solo para resolver problemas específicos e em situações distintas, principalmente em profundidade, em que o calcário não consegue ter ação efetiva, na maioria dos casos. Portanto, o gesso não pode ser considerado um corretivo da acidez do solo. De modo geral, deve-se utilizar gesso porque os solos tropicais, em geral, são pobres em Ca e têm elevados teores de alumínio na camada arável e em subsuperfície. Neste sentido, a aplicação de gesso visa suprir as plantas com Ca e S na camada superficial do solo, como também elevar o teor de Ca da solução do solo em horizontes subsuperficiais.

O gesso, após hidrólise em profundidade, também tem como efeito adicional, em função do SO_4^{2-} que foi dissociado, diminuir a ação do Al^{3+} , como elemento tóxico para as raízes, reduzindo a principal fonte geradora de mais íons H^+ em subsuperfície. Apesar de todos os benefícios, o gesso não soluciona o problema de acidez do solo. Então, o produtor deve trabalhar de forma integrada com a calagem e a gessagem, visando à melhoria do ambiente radicular para o aumento da produtividade.

O cálcio disponível em profundidade é fundamental para o crescimento e aprofundamento radicular, pois esse macronutriente secundário funciona como um ativador de crescimento para as raízes. É importante considerar que as raízes só crescem se o cálcio estiver concentrado próximo do ápice radicular, já que nessa região de crescimento ocorre a divisão e o alongamento celular. Com isto, as plantas podem apresentar um maior desenvolvimento radicular, tendo acesso a um maior volume de água e, conseqüentemente, usar de maneira mais eficiente os nutrientes adicionados ao solo pelas adubações.

Quando for necessário elevar a concentração de cálcio na solução do solo da camada arável, sem elevar o pH, o gesso pode ser utilizado como se fosse uma

espécie de condicionador do solo. Este seria o caso, principalmente, de culturas que são altamente exigentes em cálcio, mas devem ser cultivadas em solos ácidos, evitando a incidência de algumas doenças bacterianas.

Portanto, com a aplicação de gesso, as plantas aumentam o desenvolvimento do sistema radicular, buscando água em camadas mais profundas, reduzindo o estresse hídrico e, conseqüentemente, aumentando a produtividade. Esses efeitos benéficos do gesso já podem ser constatados no ano agrícola de aplicação para diferentes culturas.

Aspectos gerais sobre o manejo do gesso no solo

Na utilização de gesso agrícola como um insumo para a construção e manutenção da fertilidade de solos tropicais, visando ganhos de qualidade e produtividade, algumas precauções devem ser tomadas quando a utilização for feita em conjunto com o calcário. Deve-se considerar a escolha do calcário a ser utilizado, a época da aplicação do gesso em relação à da aplicação do calcário e quando e como utilizar o gesso, em função do cultivo a ser realizado.

Neste caso, por ocasião do preparo de área, deve-se utilizar o calcário dolomítico, em decorrência da presença de Ca e Mg na constituição do corretivo, já que são conhecidos os problemas de desbalanço em relação ao Mg. Alguns problemas de desbalanço de molibdênio (Mo) têm sido relatados, em função da aplicação de gesso, em decorrência da inibição promovida pelo sulfato, havendo a necessidade de aplicação do micronutriente, via foliar, dependendo da cultura.

Deve-se evitar a aplicação de calcário e gesso ao mesmo tempo, pois haverá diminuição substancial do efeito do calcário como corretivo da acidez, já que a rápida dissolução do gesso irá saturar a solução do solo com cálcio, reduzindo ainda mais o tempo de hidrólise do corretivo. Não é recomendável, também, efetuar a aplicação de gesso antes do calcário, pelo fato de o gesso dissociar-se mais rapidamente e favorecer a retenção de cálcio de sítios de troca, além de manter grande quantidade do nutriente na solução do solo na forma de íon Ca^{2+} .

Outro aspecto importante diz respeito ao íon sulfato que ficará em grande parte adsorvido aos coloides do solo, pois não houve correção da acidez e elevação do pH. Dessa forma, a lixiviação do sulfato como íon acompanhante de cátions trocáveis (principalmente Ca e Mg) para camadas mais profundas será bem menor do que com a aplicação do calcário antes do gesso.

A aplicação do calcário deve ser realizada de 60 a 90 dias antes da aplicação do gesso, desde que haja umidade suficiente no solo (Borkert et al., 1987). Assim, o Ca^{2+} do carbonato de cálcio e magnésio ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) do calcário dolomítico irá ocupar a maior parte dos coloides, havendo aumento do pH do solo com a correção da acidez pelo íon carbonato (CO_3^{2-}). Após essas reações, na aplicação do gesso, tanto o Ca^{2+} , como o SO_4^{2-} , ficarão em maior quantidade na solução do solo. Como houve a elevação anterior do pH pelo corretivo, ocorrerá menor adsorção de sulfato, que poderá lixiviar, carregando consigo notadamente Ca e Mg que se encontrem dissolvidos na solução do solo.

Em culturas anuais e produtoras de grãos, a aplicação do gesso, a lanco e em superfície, antes do calcário, deve ser efetuada anteriormente ao plantio,

mais especificamente durante o preparo de área, que deve necessariamente coincidir com o início das primeiras chuvas (fim do período seco), ainda quando o período chuvoso realmente não se estabeleceu. Dessa forma, considerando um planejamento mais amplo, anteriormente à própria aplicação do gesso, deve estar prevista a coleta de solo para análise simples de fertilidade, em que, além de importantes informações, como CTC, teor de Ca^{2+} e Al^{3+} , a análise textural se faz necessária, para determinação do teor de argila que será necessário para os cálculos da necessidade de gesso.

Deve-se atentar para o fato de que o efeito do período seco, sobre as culturas, será mais severo nos solos arenosos, em razão da baixa capacidade de retenção de água. Mesmo assim, o gesso propicia uma melhor distribuição das raízes das culturas em profundidade, proporcionando um melhor aproveitamento da água e dos nutrientes disponíveis.

A aplicação de gesso objetiva evitar que os produtores corram grande risco de perdas de produtividade, devido ao período seco, pois as raízes tendem a crescer somente onde o calcário foi incorporado, tendo um volume pequeno e superficial de solo para explorar água disponível. Com a aplicação de gesso, para as culturas produtoras de grãos em “safrinha”, haverá uma diminuição dos riscos climáticos por falta de água suficiente em momentos cruciais para a definição da produtividade.

Em culturas perenes recém-transplantadas, ainda no seu primeiro ano na área definitiva, a gessagem pode ser uma grande aliada, no intuito de acelerar o desenvolvimento das raízes das mudas no campo, elevando o vigor para transpor o primeiro período de seca e aumentando o número de mudas efetivamente estabelecidas. Da mesma forma, para culturas perenes já estabelecidas, a aplicação de gesso a lanço e em superfície reveste-se de importância para atuar no aumento de Ca e Mg em subsuperfície, permitindo um maior aprofundamento do sistema radicular, tendo-se um menor déficit hídrico no período seco do ano e maior eficiência na absorção dos nutrientes, acompanhado de ganhos reais em termo de produtividade.

Na abertura de uma área nova para implantação de pastagem, o gesso pode ser incorporado ao solo. Caso haja problema para incorporá-lo, não incorpore, pois, pelo fato de a camada arável ter recebido aplicação de calcário e adubos fosfatados, o gesso, ao se dissolver na água, passa pelo perfil do solo, ficando retido em até 1 m de profundidade, dependendo da dose aplicada.

Critérios de recomendação da necessidade de gesso

A definição da quantidade de gesso a ser utilizada está diretamente relacionada à sua finalidade de uso. Conforme já mencionado anteriormente, o gesso pode ser utilizado como fonte de Ca e S, na correção de deficiências desses nutrientes na camada superficial do solo, visando suprir as necessidades nutricionais das plantas, bem como para a correção de camadas subsuperficiais de solos com baixos teores de Ca^{2+} e elevados teores de Al^{3+} , como forma de melhorar o ambiente radicular das plantas.

A utilização de gesso como fonte de Ca e S para as plantas deve levar em conta as necessidades nutricionais das plantas, além das quantidades desses nutrientes existentes nos solos. Nesse caso, a análise química da camada superficial do solo é muito importante para indicar os teores em que esses nutrientes encontram-se no solo e suas faixas de classificação (baixo, médio ou alto), conforme indicado anteriormente, no Capítulo 4 da Parte 1 deste livro.

O uso de gesso agrícola para a correção de deficiência de S deve levar em conta o resultado da análise do solo. A aplicação de 500 kg/ha a 1.000 kg/ha de gesso seria suficiente para suprir as deficiências desse nutriente na maioria das plantas cultivadas, já que correspondem a quantidades equivalentes de 75 kg/ha a 150 kg/ha de S. Considerando essa utilização, a textura do solo deve ser considerada, já que o teor disponível do nutriente possui influência da capacidade tampão de sulfatos dos solos, como ocorre com os fosfatos, porém com menor intensidade. Assim, solos com maiores teores de argila tendem a possuir maior capacidade de adsorção de sulfatos, exigindo a aplicação de maiores quantidades, para manter o S em teores disponíveis e adequados para as culturas.

O fornecimento de gesso pode ser uma alternativa interessante para atender às necessidades de Ca das plantas, especialmente para culturas altamente exigentes, como amendoim, batata, tomate, maçã, café, citros e manga. A aplicação de mil quilos de gesso agrícola (20% de umidade) por hectare corresponde ao fornecimento de 200 kg/ha de Ca, o que pode elevar o teor do nutriente no solo em $0,5 \text{ cmol/dm}^3$.

Para a correção de camadas subsuperficiais, visando à melhoria do ambiente radicular das plantas, o gesso agrícola pode ser aplicado como condicionador de solo e a necessidade de aplicação deve ser determinada com base nos resultados da análise de solo, a partir de amostragem feita em subsuperfície.

A avaliação da camada superficial do solo (0 cm a 20 cm) pode servir de indicativo para uma investigação em maior profundidade. Portanto, se o valor de saturação por alumínio na camada superficial encontrar-se acima de 10%, haverá grande possibilidade de que os valores sejam maiores em profundidade, indicando a necessidade de nova coleta de amostra de solo em subsuperfície, já que valores dessa ordem podem ser prejudiciais ao crescimento radicular das plantas.

Para efeito de avaliação da necessidade de gesso, a amostragem de solo deve ser feita na profundidade de 20 cm a 40 cm, para culturas anuais, e de 60 cm a 80 cm, para culturas perenes. Caso haja dificuldade na amostragem indicada, pode-se fazer somente na camada de 30 cm a 50 cm. A utilização de gesso agrícola somente deve ser recomendada quando a análise química do solo nessas profundidades apresentar valores de saturação por Al^{3+} maior que 20% ou de Ca^{2+} menor que $0,5 \text{ cmol/dm}^3$ ou saturação por bases menor que 35%.

Após a constatação da necessidade de proceder a aplicação de gesso agrícola para a definição da quantidade a ser aplicada ao solo, deve-se utilizar algum critério de recomendação para a estimativa da necessidade de gessagem. Os principais critérios para a recomendação de gesso agrícola levam em consideração o teor de argila do solo (Alvarez et al., 1999; Sousa et al., 2005), o

P remanescente (Alvarez et al., 1999), a saturação por bases (V%) e a CTC das camadas subsuperficiais (Vitti et al., 2008). Além disso, a recomendação pode ser feita, ainda, com base na determinação da necessidade de calcário (Alvarez et al., 1999). Os critérios mais usados para a recomendação de gesso agrícola serão apresentados a seguir.

Recomendação com base na textura do solo

Os principais critérios de recomendação de gessagem, com a finalidade de melhoria do ambiente radicular em subsuperfície, são aqueles baseados na textura do solo, em que utiliza-se o teor de argila, em porcentagem (%) ou grama por quilo (g/kg). Portanto, nesse caso, há necessidade de ter disponível o teor de argila da camada que se pretende corrigir.

Por esse critério, dois métodos podem ser usados para estimar a necessidade de gessagem. O primeiro é o método descrito por Souza et al. (2005), que estima a quantidade de gesso agrícola utilizando-se as seguintes equações:

a) Culturas anuais:

$$NG \text{ (kg/ha)} = 50 \times \text{Argila (\%)} \text{ ou } NG = 5,0 \times \text{Argila (g/kg)}$$

Em que, NG = necessidade de gesso.

b) Culturas perenes:

$$NG \text{ (kg/ha)} = 75 \times \text{Argila (\%)} \text{ ou } NG = 7,5 \times \text{Argila (g/kg)}$$

Com base nessas equações, as recomendações de doses de gesso podem ser definidas em função da classificação textural do solo, conforme descrito na Tabela 1 (Sousa et al., 2005).

Tabela 1. Recomendação de gesso agrícola em função da classe textural do solo, para culturas anuais e perenes.

Textura do solo	Dose de gesso agrícola	
	Culturas anuais (kg/ha)	Culturas perenes (kg/ha)
Arenosa (< 15% argila)	no máximo 700	no máximo 1.125
Média (16% a 35% argila)	800 até 1.750	1.200 até 2.625
Argilosa (36% a 60% argila)	1.800 até 3.000	2.700 até 4.500
Muito argilosa (> 60% argila)	a partir de 3.050	a partir de 4.575

Fonte: Sousa et al. (2005).

As doses de gesso recomendadas na Tabela 1 apresentam efeito residual de, no mínimo, 5 anos, podendo se estender até 15 anos, dependendo do solo, não sendo necessário reaplicá-lo em igual período. Com relação ao possível desbalanço com molibdênio, para as culturas mais exigentes quanto a esse nutriente, recomenda-se a aplicação, via foliar, de 100 g/ha de Mo (Cabrera, 2014).

O segundo método de recomendação da necessidade de gesso é o descrito por Alvarez et al. (1999), que estima a quantidade de gesso agrícola a partir do teor

de argila de uma camada subsuperficial de 20 cm de espessura. Nesse caso, a quantidade pode ser definida pela seguinte equação:

$$NG \text{ (t/ha)} = 0,00034 - 0,002445X^{0,5} + 0,0338886X - 0,00176366X^{1,5}$$

Em que:

X = teor de argila da camada subsuperficial, em porcentagem.

NG = necessidade de gesso.

Faz-se importante ressaltar que a quantidade de gesso obtida por essa equação deve ser utilizada em uma camada de 20 cm de espessura. No caso de camadas com maior espessura, a quantidade final de gesso deve ser corrigida utilizando-se a equação a seguir:

$$QG \text{ (t/ha)} = NG \frac{EC}{20}$$

Em que:

QG = quantidade de gesso a ser aplicada.

NG = necessidade de gesso.

EC = espessura da camada a ser corrigida.

Recomendação com base na determinação da necessidade de calcário

Esse critério tem como base de cálculo a necessidade de calcário (NC), determinada pelo método de saturação por bases ou do Al^{3+} e $Ca^{2+}+Mg^{2+}$, cujos atributos foram obtidos pela análise do solo efetuada em amostras da camada que se deseja corrigir. O critério preconiza que o ambiente das raízes das plantas pode ser melhorado quando se efetua a aplicação de gesso agrícola na dose de 25% da necessidade de calcário, calculada na camada subsuperficial (Alvarez et al., 1999). Desse modo, a necessidade de gesso pode ser calculada pela expressão:

$$NG \text{ (t/ha)} = 0,25 \text{ NC (t/ha)}$$

Em que:

NC = necessidade de calcário calculado pelo método de saturação por bases ou do Al^{3+} e $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ (ver capítulo 10), determinados na camada a ser corrigida.

Para espessura de camada maior que 20 cm, utilizar a expressão:

$$QG \text{ (t/ha)} = NG \frac{EC}{20}$$

Recomendação em função da saturação por bases e da capacidade de troca catiônica

Esse critério considera as alterações nos teores de Ca^{2+} do solo a partir da aplicação de quantidades determinadas de gesso agrícola. Considerando que a aplicação de 1 t/ha de gesso eleva o teor de bases (Ca) do solo em $5,0 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$, conforme a seguinte equação (Vitti et al., 2008):

$$\text{NG} = \frac{(\text{V2} - \text{V1}) \text{ CTC}}{50}$$

Em que:

NG = necessidade de gesso (t/ha).

V2 = saturação por bases esperada (50%).

V1 = saturação por bases atual do solo na camada de 20 cm a 40 cm ou 25 cm a 50 cm (em %).

CTC = capacidade de troca catiônica na camada de 20 cm a 40 cm ou 25 cm a 50 cm (em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$).

Na literatura, há diversos outros critérios para calcular a necessidade de gesso, cujos princípios se fundamentam em aspectos comuns. No entanto, todos os critérios disponíveis até o momento possuem fundamentos empíricos, que atendem condições muito específicas para o meio em que foram desenvolvidos, não havendo estudos comparativos conclusivos, do ponto de vista econômico, abrangendo a eficiência para diferentes culturas, tipo de solo, clima e sistemas de manejo do solo.

Referências

ALVAREZ V., V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO, A.; SOUZA, R. B. Uso de gesso agrícola. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 67-78.

BORKERT, C. M.; PAVAN, M. A.; LANTMANN, A. F. **Considerações sobre o uso de gesso na agricultura**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1987. 5 p. (EMBRAPA-CNPSo. Comunicado técnico, 40).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA nº 35, de 4 de julho de 2006. Normas sobre especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos corretivos de acidez, de alcalinidade, de sodicidade e dos condicionadores de solo, destinados à agricultura. **Diário Oficial da União**, 12 jul. 2016. Seção 1. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-35-de-4-7-2006-correctivos.pdf/view>>. Acesso em: 12 maio 2019.

CABRERA, R. **Uso de gesso agrícola na agricultura brasileira**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OsTmakn1mAc>>. Acesso em: 30 jun. 2014.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos do cerrado**. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 19 p. (Embrapa Cerrados. Circular técnica, 32).

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. de C.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A. S.; SERRANO, C. G. de E. **Uso do gesso em sistemas de produção agrícola**. Piracicaba: ESALQ/GAPE, 2008. 104 p.

Literatura recomendada

BRASIL, E. C.; COSTA, S. D. A. da; DANTAS, R. C. R.; HUNGRIA, L. C. da. Influência da aplicação de gesso sobre atributos químicos do solo e produção de milho e soja sob sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 36., 2017, Belém, PA. **Amazônia e seus solos: peculiaridades e potencialidades**. Belém, PA: SBCS, 2017.

COSTA, S. D. A. da. **Uso combinado de calcário e gesso sobre atributos químicos do solo, nutrição e produção de milho**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronomia Ceres, 1979. 255 p.

PAVAN, M. A. Ação dos corretivos e fertilizantes na dinâmica de íons no solo. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO, 1983, Londrina. [**Anais**]. Londrina: IAPAR: ANDA: PPI: IPI, [1983?]. p. 47-63.

SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S. Aluminum and calcium constraints to continuous crop production in a Brazilian Amazon Oxisol. **Agronomy Journal**, v. 84, n. 5, p. 843-850, 1992.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; RITCHEY, K. D.; REIN, T. A. Sugestões para diagnose e recomendação de gesso em solos de Cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., 1992, Uberaba. [**Anais**]. São Paulo: IBRAFOS, 1992. p. 139-158.

VITTI, G. C.; PRIORI, J. C. Calcário e gesso: os corretivos essenciais ao Plantio Direto. **Revista Visão Agrícola**, n. 09, p. 30-34, jul./dez. 2009.