

Manejo da adubação com magnésio nas culturas

O magnésio é o quarto nutriente mais exigido pelas plantas e o átomo central da molécula de clorofila, mas segue esquecido nos programas de adubação. Este comunicado trata da sua dinâmica no solo, da interpretação do teor trocável e do manejo da adubação via solo e foliar.

AUTOR

Renato Passos Brandão

Brandão Agro Consultoria

PUBLICAÇÃO

Ribeirão Preto, SP

30 de junho de 2026

1

Introdução

O magnésio (Mg) é um elemento químico absorvido pelas plantas na forma química divalente (Mg^{2+}). Diferentemente do nitrogênio (N) e fósforo (P) e de forma similar ao cálcio (Ca), a dinâmica do Mg no solo é relativamente simples.

A exigência do Mg pelas plantas é inferior ao N e K e similar ao P e S, sendo classificado como macronutriente secundário. O Mg é o quarto nutriente mais exigido pelas plantas.

É um nutriente esquecido nos programas de adubações das culturas. A principal fonte de Mg às culturas é o calcário dolomítico utilizado na correção da acidez dos solos. Em fertirrigação e adubações foliares são utilizadas fontes de Mg solúveis em água (cloreto, nitrato e sulfato).

Entretanto, a deficiência do Mg nas culturas está se tornando cada vez mais frequente, principalmente nos solos ácidos, textura arenosa com baixos teores de Mg e em lavouras com uso frequente de elevadas doses de K.

Em solos com saturação por bases na faixa adequada, mas com teor de Mg abaixo do nível crítico ou com alto teor de K no solo, é necessário o fornecimento de fertilizantes com Mg.

O Mg é o átomo central da molécula da clorofila, pigmento no cloroplasto onde ocorre a produção de fotoassimilados através de fotossíntese das plantas. O Mg é responsável pela coloração verde das plantas.

É o nutriente que ativa o maior número de enzimas nas plantas, superando inclusive o K. A transferência de energia nas plantas para os numerosos processos fisiológicos e bioquímicos é mediada por enzimas que são ativadas pelo Mg.

2

Forma química do magnésio absorvida pelas plantas

A forma química do Mg absorvida pelas plantas é o íon magnésio divalente (Mg^{2+}), sendo transportado nessa forma química através do xilema para as diversas partes das plantas.

3

Mecanismos de transporte do magnésio nos solos às plantas

O fluxo de massa é o principal mecanismo de transporte do Mg do solo às raízes, sendo responsável por cerca de 87% da quantidade do nutriente absorvido pelas culturas (Malavolta, 1980).

O fluxo de massa consiste no movimento ou transporte, do nutriente em uma fase aquosa móvel (solução do solo), de uma região mais úmida, distante da

raiz, para outra mais seca, próxima da superfície radicular, em função da transpiração das plantas (Malavolta, 1980; Furtini Neto et al., 2001).

4

Mobilidade do magnésio nas plantas

O Mg é um nutriente com alta mobilidade no floema das plantas. Os sintomas de deficiência de Mg nas plantas ocorrem inicialmente nas folhas mais novas.

5

Funções do magnésio nas plantas

O Mg é um nutriente com grande impacto na produção, transporte e utilização dos fotoassimilados pelas plantas (Cakmak; Kirkby, 2008). Atua em numerosos processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos no crescimento, desenvolvimento e na produção das culturas (Prado, 2008; Cakmak; Yazici, 2010).

O Mg tem papel estrutural sendo o átomo central da molécula da clorofila (Figura 1), pigmento no cloroplasto onde ocorre a produção de fotoassimilados através de fotossíntese das plantas (Castro et al., 2020). O Mg é responsável pela coloração verde das plantas (Prado, 2008).

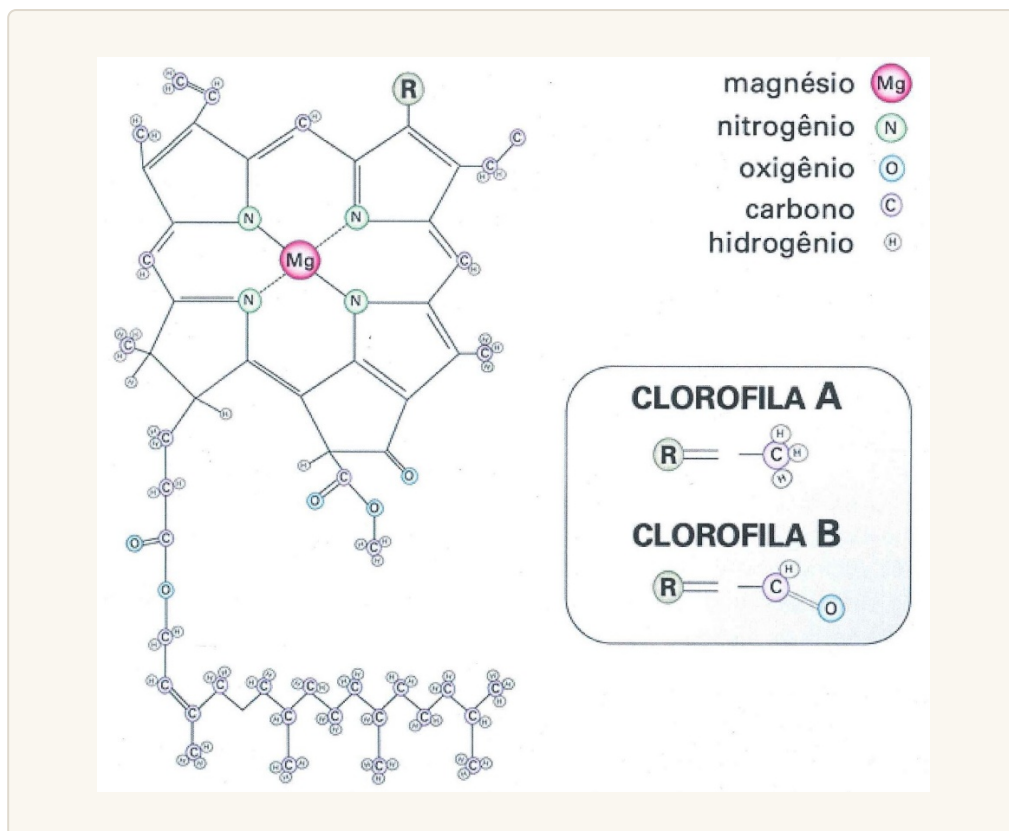


Figura 1. Estrutura molecular da clorofila A e B. Fonte: Adaptado de Taiz e Zeiger (1998) mencionados por Castro et al. (2020).

O Mg é o nutriente que ativa o maior número de enzimas nas plantas, superando inclusive o K. Numerosos processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos com o crescimento e o desenvolvimento das plantas é afetado pelo Mg (Prado, 2008).

O suprimento adequado de Mg é importante em culturas com grande acúmulo de proteínas nos grãos, dentre as quais a soja. O teor de proteínas nos grãos de soja é uma característica com forte dependência genética, mas o processo de produção de proteínas é afetado pelo fornecimento de Mg às plantas (Castro et al., 2020). Tanaka et al. (1995) constataram aumento no teor de proteína da soja com a calagem com calcário dolomítico.

O Mg está envolvido com o metabolismo do íon fosfato (H_2PO_4^-), principal forma química do P absorvida e metabolizada pelas plantas. A absorção do íon fosfato do solo é máxima com o suprimento adequado de Mg através da ativação da ATPase das membranas e na geração de ATP na fotossíntese e

da respiração, aumentando a eficiência agronômica dos fertilizantes fosfatados (Neptune, 1986; Prado, 2008). É ativador das enzimas quinases e de muitas reações envolvendo a transferência do íon fosfato nas plantas (Neptune, 1986; Fageria, 2001) (Figura 2).

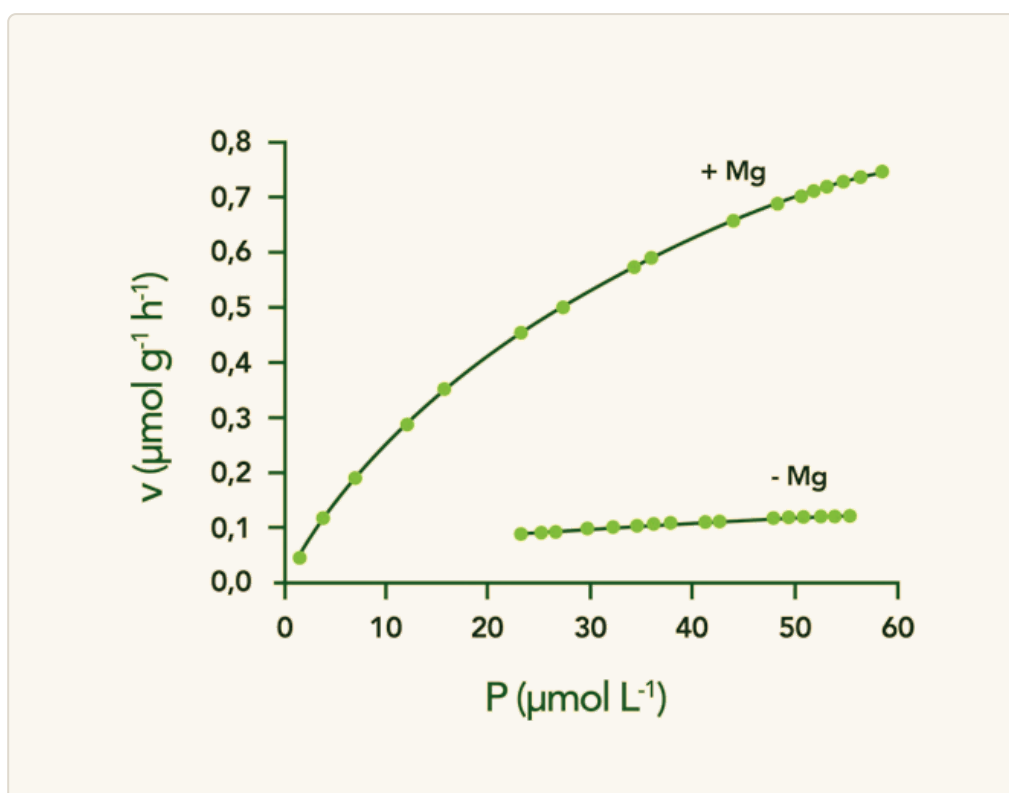


Figura 2. Velocidade de absorção de fósforo por raízes de cafeeiro, em função da concentração de magnésio na solução nutritiva. Fonte: Neto et al. (2013).

O Mg é componente da fitina (sal de cálcio e magnésio do ácido inositol fosfórico) com acúmulo nas sementes. Quando estas germinam, o P e Mg da fitina migram para as diversas partes da planta em via de desenvolvimento, contribuindo para a formação de novos tecidos (Neptune, 1986).

O Mg desempenha um papel fundamental na exportação dos fotoassimilados produzidos através da fotossíntese nas folhas para os demais órgãos das plantas através do floema. A deficiência de Mg nas plantas compromete o fluxo de carboidratos das folhas (fonte) para os grãos (dreno), resultando em acúmulo excessivo de açúcares, amidos e aminoácidos nas folhas e prejudicando a granação (Cakmak e Kirkby, 2008; Cakmak e Yazici, 2010). O

acúmulo de açúcares nas folhas propicia o desenvolvimento de doenças nas plantas deficientes de Mg (Castro et al., 2020).

6

Dinâmica e disponibilidade do magnésio às plantas

Diferentemente do N e P e de forma similar ao Ca, a dinâmica do Mg no solo é relativamente simples (Furtini Neto et al., 2001). A dinâmica do Mg nos solos em sistemas agrícolas é representada na Figura 3.

Os solos brasileiros, normalmente, possuem baixos teores de Mg. Isso se deve as baixas concentrações deste elemento químico nos materiais de origem dos solos (rochas) e ao intenso processo de intemperismo nas regiões tropicais de clima quente e úmido que causam acentuadas perdas dos nutrientes por lixiviação, dentre os quais o Mg (Castro et al., 2020; Mattos Júnior et al., 2022).

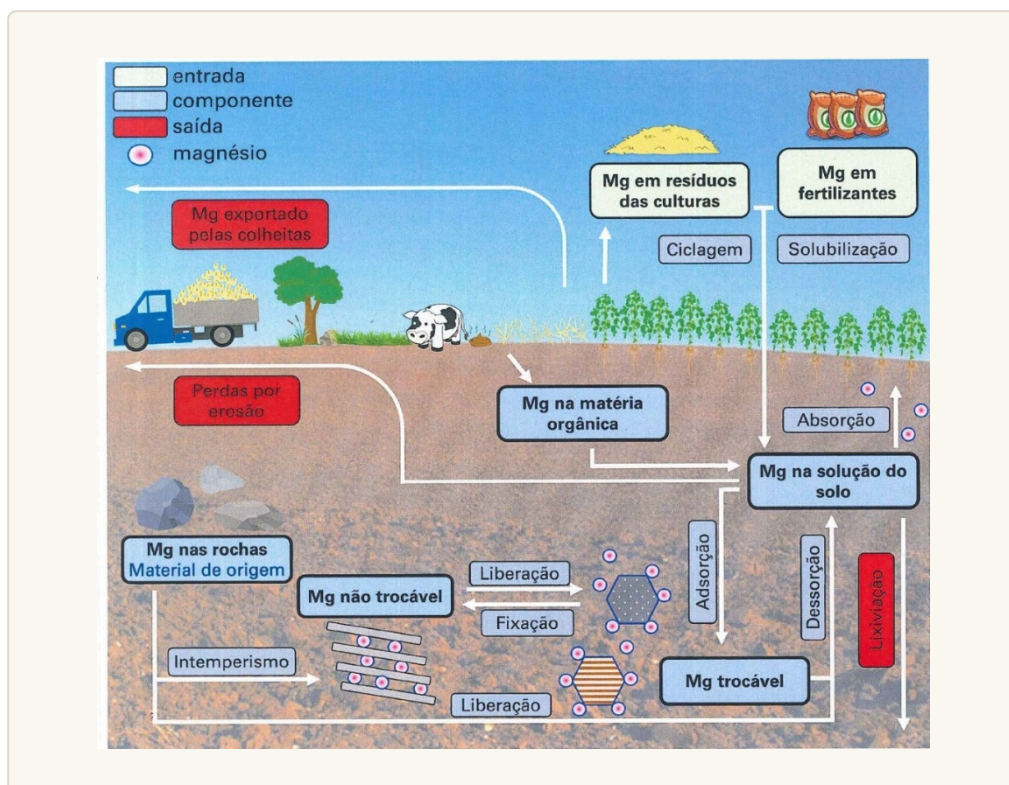


Figura 3. Representação esquemática do ciclo biogeoquímico do magnésio nos solos em sistemas agrícolas. **Fonte:** Castro et al. (2020).

A principal fonte de Mg para o manejo da fertilidade do solo no Brasil é o calcário com diferentes proporções de carbonato de cálcio (CaCO_3) e carbonato de magnésio (MgCO_3) (Benites et al., 2010; Raij, 2011).

O Mg encontrado nos solos pode ser classificado em três frações: não-trocável ou fixo, trocável e solúvel e estão em equilíbrio dinâmico (Lima et al., 2018; Castro et al., 2020).

O teor de Mg trocável está em equilíbrio dinâmico com o teor do nutriente na solução do solo (Furtini Neto et al., 2001; Benites et al., 2010). É constituído pelos íons Mg^{2+} adsorvidos por forças eletrostáticas nos coloides minerais e orgânicos do solo, facilmente deslocados ou trocados por outros cátions da solução do solo (Ca^{2+} e K^+). Representa a fração do Mg da fase sólida capaz de prontamente ressuprir o nutriente na solução do solo, à medida que as plantas absorvem este nutriente ou são perdidos por lixiviação (Furtini Neto et al., 2001; Castro et al., 2020).

7

Interpretação do teor de Mg trocável no solo

O teor de Mg trocável é o principal indicador da disponibilidade do nutriente do solo às plantas (Castro et al., 2022). A deficiência de Mg ocorre com maior frequência em solos com teores inferiores a $0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ou $5 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ (Sousa; Lobato, 2002).

Entretanto, essa informação isoladamente pode não garantir o diagnóstico correto da disponibilidade do nutriente às plantas. Para uma melhor avaliação da disponibilidade do Mg do solo às plantas, é necessário considerar também a relação do Mg com os demais cátions trocáveis no solo (Ca e K), mas principalmente com o K (Castro et al., 2020).

Para evitar o efeito adverso do K na absorção do Mg pelas plantas, é importante lembrar a seguinte regra (Raij, 2011):

“O teor de potássio no solo nunca pode superar o de magnésio.”

Para os solos do estado de São Paulo, Mattos et al. (2022), recomendam manter o teor trocável de Mg no solo em pelo menos $0,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Valores de Mg nos solos superiores a $0,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ podem ser desejáveis para as culturas com maior exigência, dentre as quais a batata, algodão, citros, fumo e milho.

Favarin et al. (2013) salienta a importância da manutenção do teor trocável de Mg no solo em cafeeiro na faixa de $0,8$ a $1,2 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ em razão das altas doses de K aplicados em lavouras com altas produtividades. De forma similar ao cafeeiro, essa faixa de Mg no solo pode ser adotada para as demais culturas que necessitam de altas doses de K.

Em solos com baixa CTC, os teores de magnésio mencionados anteriores para atingir o nível crítico serão difíceis de serem alcançados apenas com os calcários (Mattos et al., 2022), havendo a necessidade de adubações com fertilizantes fontes de Mg com maior solubilidade em água.

8

Fatores que afetam a disponibilidade do magnésio às plantas

A disponibilidade do Mg às plantas é afetada pelo teor do nutriente no solo, textura e pH do solo, concentração deste nutriente em relação aos demais cátions básicos (Ca e K) no complexo de troca do solo e índice pluviométrico (Castro et al., 2020).

Os menores teores de Mg disponíveis às plantas ocorrem em solos ácidos com textura arenosa altamente intemperizados e com baixa capacidade de retenção de cátions, cujo material de origem possui baixo teor do nutriente. Normalmente, ocorrem em regiões com elevado índice pluviométrico

ocasionando a lixiviação do nutriente para as camadas do solo pouco exploradas pelas raízes (Castro et al., 2020).

As interações do Mg com o K e o Ca são as interações mais conhecida. A disponibilidade do Mg para as plantas é afetada pelos cátions básicos do solo (K^+ e Ca^{2+}) principalmente pelo íon K^+ devido à inibição competitiva. Essa competição pode ocasionar à deficiência de Mg nas culturas (Furtini Neto et al., 2001; Benites et al., 2018).

9

Demanda de magnésio pelas culturas

O Mg é um elemento químico essencial às plantas com exigência inferior ao N e K e similar ao P e S, sendo classificado como macronutriente secundário. É o quarto nutriente mais exigido pelas plantas (Malavolta, 1980; Furtini Neto et al., 2001)

As exigências das culturas em Mg são relativamente baixas, da ordem de 10 a 40 kg/ha. Os teores de Mg nas plantas considerados como adequados para um crescimento normal da maioria das plantas situa-se entre 3,0 e 5,0 g/kg de matéria seca (Dechen e Nachtigall, 2007).

10

Manejo da adubação com magnésio às culturas

A interpretação correta da análise química do solo e da análise foliar são fundamentais no manejo das adubações com Mg nas culturas. Os equívocos no manejo da fertilidade dos solos são responsáveis pelo aumento da ocorrência de desequilíbrios nutricionais limitando a produtividade das culturas (Castro et al., 2020).

A adubação com o Mg não é uma prática agronômica realizada frequentemente no Brasil, sendo fornecido pelo calcário utilizado para a correção da acidez dos solos ácidos (Castro et al., 2020).

Em sistemas agrícolas com alto potencial produtivo é recomendado manter o teor de Mg no solo acima de $0,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, teor considerado como o nível crítico deste nutriente no solo para a grande maioria das culturas e regiões agrícolas. Além disso, evitar desbalanceamento do Mg com os demais cátions básicos do solo notadamente com o K.

Além do fornecimento do Mg no solo, a adubação foliar com os fertilizantes fontes deste nutriente é uma estratégia eficiente para o seu fornecimento às plantas (Mattos Júnior et al., 2022).

Quaggio et al. (2022a) e Quaggio et al. (2022b) verificaram que as adubações foliares com Mg em citros e cafeeiro, respectivamente, aumentaram a produtividade das culturas e a qualidade dos produtos agrícolas. Segundo esses autores, a adubação foliar com o Mg é uma estratégia eficiente para a correção da deficiência desse nutriente em cafeeiro e citros.

Em culturas produtoras de grãos, realizar pelo menos duas adubações foliares com o Mg, sendo a primeira aplicação no final da fase vegetativa e a segunda 15 dias após. Em solos com baixos teores de Mg e altos teores de K, realizar pelo menos três adubações foliares com Mg.

Em cana-de-açúcar, realizar pelo menos duas adubações foliares com o Mg no período de maior desenvolvimento vegetativo antes do fechamento do canavial com intervalo de 30 dias. Realizar também uma adubação foliar com o Mg cerca de 60 dias antes da colheita do canavial.

O Carajá® Magnésio Max é um fertilizante fluido, fonte de magnésio, formulado com o cloreto de magnésio, destacando-se pela maior eficiência no fornecimento desse nutriente às culturas. Contém 1,0% de N, 8,5% de Mg e densidade de 1,30 g/mL.

11

Considerações finais

O Mg é um nutriente, normalmente, esquecido no manejo da fertilidade do solo. A principal fonte de Mg às culturas é o calcário utilizado na correção da

acidez dos solos. Em fertirrigação e adubações foliares são utilizadas fontes de Mg solúveis em água (cloreto, nitrato e sulfato).

As perdas de Mg do solo por lixiviação variam de 2 a 30 kg/ha/ano, sendo mais intensa em solos ácidos com baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e maior concentração do nutriente na solução.

O Mg atua em numerosos processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos no crescimento, desenvolvimento e na produção das culturas. A fotossíntese, responsável pela vida no Planeta Terra, ocorre na clorofila, pigmento no cloroplasto.

É o nutriente que ativa o maior número de enzimas nas plantas, superando o K. A transferência de energia nas plantas para os numerosos processos fisiológicos e bioquímicos é mediada por enzimas que são ativadas pelo Mg.

O Mg está envolvido com a translocação de fotoassimilados, acúmulo de proteínas nos grãos, metabolismo do P, germinação das sementes, adaptabilidade das plantas aos estresses ambientais · excesso de irradiância luminosa e alta temperatura. A deficiência de Mg causa acúmulo de açúcares nas folhas propiciando o desenvolvimento de doenças nas plantas.

O Mg é um nutriente muito móvel no floema, sendo rapidamente redistribuído das regiões mais velhas para as mais novas das plantas com crescimento ativo ou para os frutos.

Diferentemente do N e P e de forma similar ao Ca, a dinâmica do Mg no solo é relativamente simples. O Mg nos solos pode ser classificado em três frações: não-trocável ou fixo, trocável e solúvel e estão em equilíbrio dinâmico.

Os solos brasileiros possuem baixos teores de Mg ocasionado pelas baixas concentrações deste elemento químico nos materiais de origem (rochas) e o intenso processo de intemperismo nas regiões tropicais úmidas causando a lixiviação deste nutriente.

A manutenção do teor de Mg no complexo de troca do solo na faixa adequada é fundamental para a obtenção de elevadas produtividades nas culturas.

Entretanto, a deficiência de Mg nas culturas está se tornando cada vez mais frequente, principalmente em solos com o uso frequente de doses elevadas de potássio induzindo deficiência de Mg nas culturas.

12

Literatura consultada

BENITES, V. de M.; CARVALHO, M. da C. S.; RESENDE, A. V.; POLIDORO, J. C.; BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA, F. A. de. Potássio, cálcio e magnésio. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Eds.). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Piracicaba, SP: IPNI: International Plant Nutrition Institute, 2010. v.2. p. 133-204.

CAKMAK, I.; KIRKBY, E. A. Role of magnesium in carbon partitioning and alleviating photooxidative damage. *Physiology Plantarum*, Copenhagen, v. 133, p. 692-704, 2008.

CAKMAK, I.; YAZICI, A.M. Magnesium: a forgotten element in crop production. *Better Crops with Plant Food*. Norcross, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.

CASTRO, C. de; OLIVEIRA JÚNIOR, A. de; OLIVEIRA, F. A. de; FIRMANO, R. F.; ZANCANARO, L.; KLEPKER, D.; FOLONI, J. S. S.; BRIGHENTI, A. M.; BENITES, V. de M. Magnésio: manejo para o equilíbrio nutricional da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2020. Documentos 430. 2020. 54 p.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, v.12, n. 8, p.1269-1290, 2001.

FAVARIN, J. L.; PAULA NETO, A.; TEZOTTO, T.; MARTINS, P. O.; TEIXEIRA, P. P. C. Correção do magnésio no solo é essencial ao cafeeiro. 2013.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. L.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. Fertilidade do solo. Lavras: UFLA/FAEPE. Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. 2001. 252p.

MALAVOLTA, E. Elementos da nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MATTOS JÚNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A. Cálcio, magnésio e enxofre. In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van. Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 2022a. 113-120.

NEPTUNE, A. M. L. O magnésio como nutriente para as culturas. In: "Situação Atual e Perspectiva na Agricultura", São Paulo, 1984. Anais. São Paulo, MANAH S/A. 1986. 144p.

NETO, A. P., FAVARIN, J. L., CARVALHO, P. P. T., TEZOTTO, T., SOUZA, K. M. D. VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Cinética de absorção de fósforo em razão do teor de magnésio em cafeeiro, 2013.

PRADO, R.M. Nutrição de plantas. São Paulo, Editora Unesp. 2008. 407p.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; ZAMBROSI, F. C. B.; CANTARELLA, H. Citros. In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van. Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 2022a. 187-198p.

QUAGGIO, J. A.; THOMAZIELLO, R. A.; RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H. Café. In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van. Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 2022b. 165-176p.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI, International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

SOUSA, D. K. G. de; LOBATO, E. (Eds.). Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 416p.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; GALLO, P. B. Concentração e produtividade de óleo e proteína de soja em função da adubação potássica e da calagem. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 30, n. 4, p. 463-469, 1995.

Renato Passos Brandão

Brandão Agro Consultoria

RIBEIRÃO PRETO, SP · 30 DE JUNHO DE 2026