

CIRCULAR TÉCNICA

n. 119 - fevereiro - 2011

ISSN 0103-4413



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União - 31170-495
Belo Horizonte - MG - site: www.epamig.br - Tel. (31) 3489-5000



Bases para uso de micronutrientes na adubação das lavouras ¹

Gladyston Rodrigues Carvalho ²

Paulo Tácito Gontijo Guimarães³

Alex Mendonça de Carvalho⁴

Diego Júnior Martins Vilela⁵

Ramiro Machado Rezende⁶

André Domingueti Ferreira⁷

INTRODUÇÃO

Os micronutrientes – boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), zinco (Zn) e níquel (Ni) – são elementos essenciais para o crescimento das plantas e se caracterizam por serem absorvidos em pequenas quantidades. Desempenham papel em rotas bioquímicas que garantem a formação de lipídeos, proteínas e ainda contribuem na estruturação das membranas celulares (ABREU; LOPES; SANTOS, 2007).

Os teores disponíveis apresentam um interesse imediato em termos de avaliação da fertilidade do solo e de recomendações de adubação. Nesse sentido, têm-se na literatura níveis críticos para os diferentes micronutrientes, bem como, o quanto adicionar de adubo para atender aos casos em que a quantidade presente é insuficiente para propiciar boas produções agrícolas (BISSANI et al., 2004; GALRÃO, 2002).

As deficiências de micronutrientes em plantas têm importância crescente; cultivares altamente produtivas têm sido extensivamente cultivadas com adubações pesadas de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), o que resulta em deficiências de micronutrientes em muitos países (CAKMAK, 2002).

A adequada disponibilidade dos micronutrientes: B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn e recentemente o Ni (MARSCHNER, 1995), está entre as condições necessárias à boa produtividade das culturas. O Quadro 1 mostra um resumo das principais funções dos micronutrientes nas plantas.

MÉTODOS DE APLICAÇÃO

Uma vez estabelecida a necessidade de aplicação de micronutrientes e conhecendo os princípios de eficiência das várias fontes, é necessário determi-

¹Circular Técnica produzida pela EPAMIG Sul de Minas. Tel.: (35) 3821-6244. Correio eletrônico: uresm@epamig.br

²Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: carvalho@epamig.ufla.br

³Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. Sul de Minas-EcoCentro/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: paulotgg@ufla.br

⁴Eng^o Agr^o, Doutorando Fitotecnia UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: carvalho.am@hotmail.com

⁵Eng^o Agr^o, Doutorando Fitotecnia UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: diegovilela26@yahoo.com.br

⁶Eng^o Agr^o, Mestrando Fitotecnia UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: ramiromr@globo.com

⁷Eng^o Agr^o, Doutorando Fitotecnia UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: agroadf@yahoo.com.br

QUADRO 1- Micronutrientes – funções e compostos

Nutriente	Função	Composto
Boro (B)	Transporte de carboidratos; coordenação com fenóis	Borato; compostos desconhecidos
Cloro (Cl)	Fotossíntese	Cloreto; compostos desconhecidos
Cobalto (Co)	Fixação do N ₂	Vitamina B12
Cobre (Cu)	Enzima; fotossíntese	Polifenoloxidase; plastucianina; azurina; estele- cianina; umecianina
Ferro (Fe)	Grupo ativo em enzimas e em transporte de elétrons	Citocromo; ferredoxina; catalase; peroxidase; redutase de nitrato; nitrogenase; redutase de sulfito
Manganês (Mn)	Fotossíntese; metabolismo de ácidos orgânicos	Manganina
Molibdênio (Mo)	Fixação do N ₂ ; redução do NO ₃ ⁻	Nitrogenase; redutase do NO ₃ ⁻
Zinco (Zn)	Enzimas	Anidrase carbônica; aldolase

nar qual o método de aplicação que seria recomendável para cada caso. Esse é um problema dos mais complexos, pois a eficiência dos diversos métodos de aplicação está intimamente relacionada com diversos fatores, com destaque para: fontes, tipo de solo, pH, solubilidade, efeito residual, mobilidade do nutriente e tipo de cultura, etc. Dentre os vários métodos de aplicação destacam-se: a adubação via solo, incluindo a adubação fluida e a fertirrigação, a adubação foliar, o tratamento de sementes e o de mudas.

Via solo

A aplicação de micronutrientes via solo visa aumentar sua concentração na solução, que é onde as raízes os absorvem, e assim, proporcionar maior eficiência de utilização pelas plantas.

Na fertilização com micronutrientes, devem ser consideradas as características das fontes utilizadas e, nas aplicações via solo, considerar, também, a localização dessa aplicação, a qual depende da mobilidade do elemento no solo. Outro aspecto é a dose do micronutriente a ser aplicada, uma vez que nutrientes requeridos em quantidades muito baixas como, por exemplo, o Mo, têm sua incorporação ao solo dificultada o que pode resultar em má uniformidade na aplicação.

Portanto, é necessário que as fontes de micronutrientes utilizadas se solubilizem no solo em velocidade compatível com a absorção pelas raízes e que sejam aplicadas em posição possível de ser atingidas, uma vez que os micronutrientes são geralmente pouco móveis no solo (VOLKWEISS, 1991).

Por outro lado, os micronutrientes ficam sujeitos à lixiviação, como acontece para o B aplicado em épocas muito chuvosas em solos com baixos teores de matéria orgânica (MO) e/ou elevada permeabilidade; ou para Zn e Cu pelos processos de precipitação/adsorção (NEVES, 1996).

Nas aplicações, via solo, os fertilizantes tanto podem ser distribuídos na forma sólida da adubação tradicional, como podem ser diluídos em água formando soluções ou suspensões para utilização como adubação fluida e fertirrigação. Esse é um aspecto importante de ser levado em conta, principalmente, para melhorar a uniformidade de distribuição, quando da aplicação em separado de pequenas doses de micronutrientes, tanto nas adubações a lanço como nas aplicações em linha ou em faixas.

Em todos os casos de aplicação de micronutrientes via solo, na forma sólida e isolada, há problemas quanto à uniformidade de distribuição, em função das pequenas quantidades empregadas (poucos kg/ha), sendo o problema tanto maior quanto maior for a concentração de micronutrientes nas diversas fontes.

Com a finalidade de aumentar a uniformidade de distribuição, visando à maior eficiência dos micronutrientes para as mais diversas culturas, recomenda-se a incorporação de adubos com micronutrientes em misturas granuladas e fertilizantes granulados, de modo que cada grânulo carregue o NPK, se for o caso, e também os micronutrientes.

Via foliar

Dentre as vantagens da adubação foliar está a maior eficiência de aproveitamento de alguns nu-

trientes pelas plantas, além da possibilidade da aplicação em misturas com defensivos agrícolas nas pulverizações fitossanitárias (CAMARGO, 1975).

A eficiência da adubação foliar depende do estágio de desenvolvimento das plantas, das condições climáticas e da natureza do fertilizante utilizado. Além disso, o pH baixo da solução pulverizante permite menores danos nas folhas, além de aumentar a capacidade de absorção via foliar.

Em comparação com as aplicações, via solo, a adubação foliar apresenta as seguintes vantagens e desvantagens:

a) vantagens:

- alto índice de utilização, pelas plantas, dos nutrientes aplicados nas folhas,
- doses totais menores de micronutrientes,
- respostas rápidas das plantas, sendo possível corrigir deficiências após o seu aparecimento, durante a fase de crescimento das plantas (adubação de salvação), embora, em alguns casos, os rendimentos das culturas já possam estar comprometidos (WOLKWEISS, 1991);

b) desvantagens:

- menor efeito residual,
- além de problemas estritamente de compatibilidade, a presença de um nutriente na solução pode afetar negativamente a absorção de outro, principalmente nas soluções multinutrientes.

Via sementes

O tratamento via sementes é outra opção para a aplicação de alguns micronutrientes. A uniformidade de distribuição de pequenas doses que podem ser aplicadas com precisão é uma das grandes vantagens desse método de aplicação. É uma tecnologia de comprovada eficiência na aplicação de Mo e também de cobalto (Co) em leguminosas, com vista à fixação simbiótica de nitrogênio (N).

Além do Mo e do Co, o B, o Cu, o Mn e o Zn já foram aplicados via sementes, muitas vezes com resultados positivos. Em geral, tem-se preferência às fontes solúveis de micronutrientes, mas há casos em que as fontes menos solúveis ou mesmo insolúveis são usadas com bons resultados. Revestimento de sementes de milho com ZnO (80 % de Zn), 1 kg de ZnO por 20 kg de sementes, atingiu a produção de 6,15 t/ha em comparação com 3,88 t/ha na parcela testemunha. Esse efeito foi superior ao da aplicação de 1,2 kg de ZnSO₄ no sulco de plantio, mas inferior

ao da mesma dose aplicada a lanço. Repetição do tratamento de sementes no segundo e terceiro cultivos propiciou rendimentos próximos aos máximos (GALRÃO, 1996).

Via raízes de mudas

Essa tecnologia consiste em fazer a imersão de raízes de mudas a serem transplantadas em solução ou suspensão contendo um ou mais micronutrientes. O exemplo mais típico é o caso da imersão de mudas de arroz em solução contendo ZnO a 1 %, em sistemas de irrigação por inundação, tecnologia de eficiência amplamente comprovada e rotineiramente utilizada na Ásia, Egito e Estados Unidos. O ZnO, nesse caso, tem mostrado eficiência igual ou superior às fontes solúveis (MORTVEDT; COX, 1985). Uma adaptação a esse método de aplicação vem sendo adotada na cultura da mandioca para a região dos Cerrados, quando não é possível aplicar Zn via solo. Nesse caso, Galvão (2002) recomenda a imersão de manivas de mandioca numa solução de 4 % de ZnSO₄ durante 15 min.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um melhor desempenho do processo produtivo da agricultura brasileira irá depender mais e mais do uso eficiente de micronutrientes. Para que esse objetivo possa ser atingido, a avaliação das possíveis deficiências, da eficiência das fontes, dos métodos de fabricação, das tecnologias de aplicação e do efeito residual deve ser feita de forma integrada, abrangente e sistêmica.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645-736.
- BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. 328p.
- CAKMAK, I. Plant nutrition research: priorities to meet human needs for food in sustainable ways. **Plant and Soil**, n.247, n.1, p.3-24, Nov. 2002.
- CAMARGO, P.N. de; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1975. 258p.
- GALRÃO, E.Z. Métodos de aplicação de zinco e avaliação de sua disponibilidade para o milho num

- Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso: fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.283-289, abr./jun.1996.
- GALRÃO, E.Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p.185-226.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. Londos: Academic Press, 1995. 889p.
- MORTVEDT, J. J.; COX, F. R. Production, marketing and use of calcium, magnesium and micronutrient fertilizers. In: ENGELSTAD, O. P. (Ed.) **Fertilizer technology and use**. 3.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1985. p.455-481.
- NEVES, J.C.L. **Micronutrientes**. Brasília: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1996. 26p. (ABEAS Curso de Fertilidade e Manejo do Solo. Módulo 10.)
- VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. In: **SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA**, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS: CNPQ, 1991. p.391-412.