

Manganês

Nº 9

EDIÇÃO EM PORTUGUÊS

O manganês (Mn) é um dos 17 elementos essenciais para o crescimento e a reprodução das plantas. É requerido por elas apenas em pequenas quantidades, mas assim como outros micronutrientes, é tão crítico para seu crescimento quanto os macronutrientes.

Manganês nas plantas

A concentração de Mn nas plantas normalmente varia de 20 ppm a 300 ppm. Quando a concentração deste nutriente cai abaixo de 15–20 ppm, geralmente ocorre deficiência (**Tabela 1**).

Tabela 1. Faixa de teores adequados e responsividade a manganês para algumas culturas.

Cultura	Faixa de teores adequados de Mn (ppm)	Responsividade
Soja	20–100	Alta
Sorgo	18–190	Alta
Trigo	20–200	Alta
Café	80–100	Alta
Milho	30–150	Média
Citros	25–100	Média
Batata	30–200	Média
Algodão	25–350	Baixa

O Mn é absorvido pelas plantas na forma de Mn^{2+} e em formas organicamente complexadas. As raízes das plantas liberam exsudatos, tais como ácidos orgânicos de baixo peso molecular, que ajudam na absorção de Mn do solo. Dentro das plantas, o Mn funciona, na maioria das vezes, como um ativador em sistemas enzimáticos, mas também é constituinte de certas enzimas. É essencial para as reações da fotossíntese e está envolvido na evolução do oxigênio durante este processo. A síntese de lignina, que confere força e rigidez às paredes celulares, é dependente de Mn. O Mn também é fundamental para o crescimento das raízes.

Manganês nos solos

A crosta terrestre contém cerca de 0,11% de Mn, enquanto o Mn total nos solos geralmente varia de cerca de 20 ppm a 3.000 ppm (0,002% a 0,30%), mas apenas uma fração deste total está disponível para as plantas. A forma mais comum de Mn na solução do solo é Mn^{2+} , que geralmente está complexada por compostos orgânicos.

A concentração de Mn^{2+} na solução do solo é altamente dependente do pH, com níveis diminuindo cerca de 100 vezes a cada unidade de aumento de pH. Assim, o Mn disponível para as plantas aumenta à medida que o pH do solo diminui, de tal modo que as deficiências têm maior probabilidade de ocorrer em solos alcalinos. No outro extremo, se o pH do solo for muito baixo (< 5), o Mn pode ser tóxico para culturas sensíveis.

As deficiências de Mn nas culturas ocorrem mais frequentemente em solos com pH alto (alcalino) e naqueles que naturalmente têm baixas concentrações deste nutriente. As deficiências também podem ser problemáticas em solos com alto teor de matéria orgânica, como turfas e solos ricos em húmus, que favorecem a formação de quelatos de Mn indisponíveis. Deve-se notar que altos níveis de cobre (Cu), ferro (Fe) ou zinco (Zn) podem reduzir a absorção de Mn^{2+} . O extrator de Mn mais comumente usado em análise de solo é o agente quelante ácido dietilenotriaminopentaacético (DTPA). O nível crítico de Mn extraído por DTPA é geralmente estabelecido em 1 ppm, mas isto varia dependendo de pesquisas locais de calibração.

Sintomas de deficiência de manganês

O Mn, como muitos outros micronutrientes, é imóvel nas plantas. Isso é um ponto importante, porque significa que os sintomas de deficiência aparecerão primeiro em folhas mais jovens, uma vez que as plantas não podem facilmente remover Mn de tecidos mais velhos. Algumas culturas são mais suscetíveis à deficiência de Mn do que outras. Entre as culturas sensíveis estão soja, cereais, amendoim, cucurbitáceas, cebola, ervilha, rabanete e feijão. As descrições dos sintomas de deficiência de Mn para algumas culturas selecionadas são fornecidas a seguir.

Soja: Primeiramente, as folhas superiores se tornam cloróticas entre as nervuras, enquanto estas permanecem verdes. As folhas mais jovens primeiramente se tornam verde-pálidas e, então, amarelo-pálidas. À medida que a deficiência se torna mais



INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

AV. INDEPENDÊNCIA, 350, SALA 142, BAIRRO ALTO, 13419-160
PIRACICABA, SP, BRASIL
TELEFONE: (19) 3433-3254 | WEBSITE: <http://brasil.ipni.net>
TWITTER: @IPNIBRASIL; FACEBOOK: <https://www.facebook.com/IPNIBrasil>

severa, aparecem áreas mortas marrons. Algumas pesquisas, mas não todas, indicam que soja transgênica resistente a glifosato pode ser mais responsiva à adição de Mn do que as variedades convencionais.

Milho: As plantas deficientes parecem atrofiadas, com caules curtos e finos e com folhas verde-pálidas a amarelas. Se a deficiência se tornar severa, as folhas ficam amarelo-pálidas e pontos brancos aparecem em áreas cloróticas internervais. Os sintomas aparecem primeiramente em folhas mais jovens.



FOTO IPNI SHARMA E KUMAR.

Milho com deficiência de manganês.

Algodão: As folhas mais jovens são afetadas primeiro. Elas ficam com forma de concha e amarelo-acinzentadas ou vermelho-acinzentadas com nervuras verdes. O excesso de Mn no solo pode se tornar tóxico para as plantas em baixo pH do solo. Esse problema é conhecido como folha enrugada.

Cereais: A aveia é a espécie mais suscetível nesta classe. A deficiência de Mn em aveia é, algumas vezes, chamada de "mancha cinza" e, geralmente, se inicia como um ponto cinza oval na borda das folhas jovens no estágio de três a quatro folhas. A mancha pode se espalhar gradualmente para toda a folha, ou muitos pontos podem se desenvolver. Em trigo e cevada, as plantas desenvolvem nas folhas mais jovens listras amarelas paralelas no sentido do comprimento da folha. É sempre uma boa ideia, quando for possível, confirmar os sintomas observados no campo utilizando análise dos tecidos das plantas.

Cebola: Uma das culturas mais suscetíveis à deficiência de Mn. As folhas mais externas mostram listras de clorose internerval e desenvolvem queima das pontas com necrose progressiva. Também são sintomas de deficiência de Mn a atrofia das plantas e a produção atrasada de bulbos.



FOTO IPNI SADANA.

Soja com deficiência de manganês.

Aducação com manganês

Os fertilizantes contendo Mn podem ser aplicados a lanço, em faixas no solo ou via foliar. O sulfato de manganês ($MnSO_4$) é a fonte mais comum de fertilizantes contendo Mn. É altamente solúvel em água e adequado para aplicações no solo ou, principalmente, por via foliar. Há várias outras fontes de fertilizantes com Mn, incluindo quelatos, cloretos, óxidos e oxissulfatos (Tabela 2).

As taxas de aplicação de Mn são altamente dependentes do método de aplicação: a lanço no solo, geralmente variam de 10 kg/ha a 25 kg/ha; em faixas perto da linha de plantio, variam de 3 kg/ha a 5 kg/ha; e na aplicação via foliar, normalmente variam de 0,5 kg/ha a 2,0 kg/ha.

As aplicações em faixas ou via foliar são preferíveis à aplicação a lanço em solos com pH alto, pois o Mn torna-se insolúvel muito rapidamente nesta condição. Nesses solos, a aplicação em faixas minimiza o contato solo-Mn e, assim, retarda a reação de adsorção. Além disso, a aplicação de Mn em faixas juntamente com fertilizantes com reação ácida (por exemplo, enxofre elementar e nitrogênio amoniacal) pode ajudar a prolongar sua disponibilidade em solos alcalinos.

Tabela 2. Fontes comuns de fertilizantes contendo manganês.

Fonte	Fórmula química	Teor de Mn (%)
Sulfato de manganês	$MnSO_4 \cdot 3H_2O$	26–28
Cloreto de manganês	$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	25
Carbonato de manganês	$MnCO_3$	40
Dióxido de manganês	MnO_2	63
Óxido de manganês	MnO	41–68
Nitrato de manganês	$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	16
Oxissulfato de manganês	$MnO \cdot MnSO_4$	25–70

Os fertilizantes contendo Mn solúvel em água são boas fontes deste nutriente quando aplicados tanto no solo quanto por via foliar, mas as fontes com baixa solubilidade (como óxidos ou oxissulfatos) devem ser aplicados no solo e, preferencialmente, finamente moídas de modo a se obter partículas menores do que 0,15 mm. Em relação à aplicação de quelatos de Mn no solo, deve-se observar que a característica de quelação pode ter curta duração, uma vez que o agente quelante pode rapidamente formar no solo quelatos de ferro (Fe^{3+}) mais estáveis.

As aplicações foliares devem ser feitas imediatamente após o aparecimento de sintomas de deficiência e devem ser repetidas se os sintomas reaparecerem. A mistura de fertilizantes contendo Mn com glifosato tem sido evitada, devido à formação de complexos indesejáveis.

Resposta das culturas a manganês

Em um experimento com soja em solo de Cerrado, comparou-se um controle (0 Mn) com aplicações foliares e no solo de Mn. As aplicações foliares com $MnSO_4$ e quelato com base de sulfato foram mais eficientes do que $MnSO_4$ e oxissulfato de Mn aplicados no solo. A aplicação foliar de $MnSO_4$ tem sido considerada mais eficiente para corrigir as deficiências de Mn em soja, principalmente em condições de pH alto do solo (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade de soja em resposta a fontes de manganês.

Tratamento	Produtividade (kg/ha)
Controle	2.247
$MnSO_4$ (200 g/ha), foliar	2.769
Quelato SO_4^{2-} (200 g/ha), foliar	2.827
$MnSO_4$ (4.000 g/ha), solo	2.499
Oxissulfato de manganês (4.000 g/ha), solo	2.526

Fonte: Silva (2000).

Referência

SILVA, M. M. Fontes e modos de aplicação de manganês na nutrição, produção e qualidade da soja, cultivada em solo de cerrado. 2000. 174 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 2000.