

Informativo

Técnico


 > Nortox

Utilização de Manganês e Glifosato na soja RR

Por Roberto Maneira

| Desenvolvimento de Mercado NUTRIÇÃO

O MANGANÊS

O Manganês (Mn) é o micronutriente mais abundante nos solos depois do Ferro (Fe), podendo ser encontrado em vários estados de oxidação, sendo que no solo as principais são Mn^{+2} e Mn^{+3} e está em grande parte (90%) complexado à compostos orgânicos. Sua disponibilidade varia em função do pH, condições de óxido-redução, microrganismos e exsudados de raízes. O suprimento de manganês às raízes se faz em maior proporção por difusão e interceptação radicular, exceto em solos muito ricos no elemento em que o fluxo de massa tem participação maior. Este micronutriente é absorvido pelo sistema radicular na forma bivalente (Mn^{+2}), provavelmente com gasto de energia metabólica, portanto, ativamente. O transporte no xilema é via corrente transpiratória, ocorrendo na mesma forma que foi absorvido (Mn^{+2}). Os sintomas de deficiência de manganês comumente ocorrem em situações de cultivo em solos com baixa fertilidade natural, com a utilização intensiva de técnicas agrícolas que promovem a retirada crescente de micronutrientes sem a sua reposição e, em casos onde há aplicação excessiva de

O GLIFOSATO

O glifosato é, sem dúvidas, uma das moléculas mais eficientes já introduzidas no mercado para o controle não seletivo de plantas daninhas infestantes, com ação em diversos estádios de desenvolvimento. O glifosato ($C_3H_8NO_5P$) é um herbicida pertencente ao grupo químico das glicinas, classificado como não seletivo. Esse composto possui os grupos funcionais carboxilato, amino e fosfonato. A degradação do glifosato no solo é muito rápida e realizada por grande variedade de microrganismos, que usam o produto como fonte de energia e fósforo. Os produtos da degradação são o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e o N-metilglicina (sarcosina). O mecanismo de ação do glifosato é baseado na sua capacidade

calcário, tornando o nutriente pouco solúvel. A utilização intensiva de fosfatos no solo também contribui para a baixa disponibilidade do manganês. Cálcio, magnésio e ferro em excesso também podem induzir a sua deficiência. Devido à baixa mobilidade no floema, os sintomas de deficiência do manganês são manifestados nos órgãos mais novos. O sintoma típico de deficiência é a clorose internerval, com posterior amarelecimento das folhas novas (MALAVOLTA et al., 1997). Entre as funções do manganês estão a ativação de enzimas (Mn^{+2} e Mg^{+2} são intersubstituíveis na ativação de muitas enzimas fosforilativas), a participação na reação de fotólise da água e na evolução do O_2 no sistema fotossintético, na formação da molécula de clorofila e na formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos. Além disso, atua também no metabolismo do nitrogênio e nos compostos cíclicos, como precursor de aminoácidos, hormônios, fenóis e ligninas (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 2006). O manganês também atua como um importante co-fator para várias enzimas chave na biossíntese dos metabólitos secundários das plantas associados com a via do ácido chiquímico, incluindo aminoácidos aromáticos fenólicos, cumarinas, ligninas e flavonóides (BURNELL, 1988).

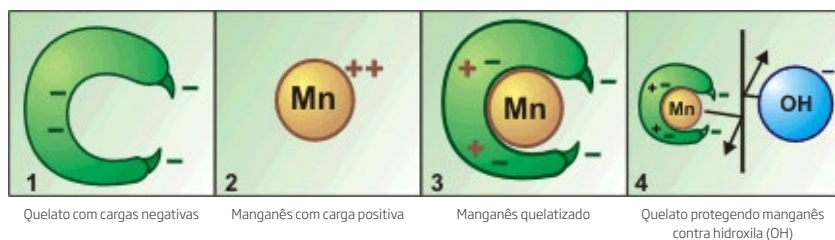
de inibir a síntese da enzima EPSPS, responsável pela catálise do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, que são precursores de 3 aminoácidos essenciais: triptofano, fenilalanina e tirosina (a falta desses aminoácidos leva a planta à morte). O glifosato é absorvido através das folhas, e minimamente através de raízes e transportado para pontos de crescimento.

APLICAÇÃO DE NUTRIENTES QUELATIZADOS COM DEFENSIVOS

A maioria dos defensivos tem uma maior estabilidade em água com pH baixo, pois a hidrólise (decomposição pela água) é menor, aumentando com isso a eficácia do defensivo. Os fertilizantes foliares normalmente são aplicados em conjunto com os defensivos e é importante frisar que na aplicação de micronutrientes via foliar (principalmente o manganês), é necessário que sejam quelatizados ou complexados (Figura 1), para que se obtenha uma maior absorção e assimilação, evitando com isso qualquer reação indesejável na calda de pulverização.

Do ponto de vista prático, um micronutriente metálico pode ser mudado quimicamente pela formação de uma estrutura ao seu redor, como se fosse uma jaula molecular. Essa estrutura orgânica, o agente quelante, impede que reações indesejáveis com o elemento quelatizado ocorram na calda de pulverização, no solo ou na própria planta. A função básica da quelatização é proteger os nutrientes catiônicos (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Co^{+2} , Cu^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} e Zn^{+2}) para que estes fiquem menos sujeitos às reações de precipitação ou de insolubilização (o micronutriente contido no quelato não é precipitado por fosfatos, carbonatos e outros componentes do solo ou da calda de pulverização). Dessa forma, o micronutriente permanece com mais liberdade para se mover no solo e mesmo dentro da planta depois que a raiz ou a folha o absorve. Como os quelatos são solúveis, os nutrientes quando quelatizados formam complexos também solúveis e continuam disponíveis para as plantas.

Figura 1: Exemplo de quelatização do manganês



USO DO GLIFOSATO VS. DEFICIÊNCIA DE MANGANÊS EM SOJA RR

Com o advento do plantio em larga escala da soja geneticamente modificada Roundup Ready, passamos a observar no campo um amarelecimento das folhas da soja RR após as aplicações de glifosato (Figura 2).

Estudos a campo inicialmente realizados nos EUA sugerem que esse sintoma pode ser resultado de uma deficiência induzida de micronutrientes, em especial o manganês, após a aplicação do herbicida glifosato.

HUBER (2007) observou que, após a aplicação do glifosato, a população de microrganismos redutores de manganês na rizosfera da planta caiu drasticamente, para perto de 10% da população original, ao passo que a população de microrganismos oxidante teve um aumento substancial, ao redor de 18 vezes.



Figura 2: Clorose foliar em soja RR após a aplicação de Glifosato (HUBER, 2005)

aumento nos microrganismos oxidantes favoreceu a transformação do Mn^{+2} (que é a forma ativa, absorvida pelas plantas) em Mn^{+4} (forma inativa, a qual as plantas não conseguem absorver), ocasionando a deficiência para a planta de soja RR. Essa diminuição da população pode ser atribuída à exsudação via radicular de compostos intermediários derivados da metabolização do glifosato pela planta de soja.

Tabela 1: Efeito do glifosato nos organismos redutores de Mn da rizosfera, 3 semanas após sua aplicação na soja RR (HUBER, 2005)

Tratamentos	Organismos redutores de Mn*	Organismos oxidantes de Mn*
Sem glifosato	7.250	750
Com glifosato	740	13.250

* colônias por grama de solo

Outras linhas de pesquisa também afirmam que essa deficiência de manganês também pode ser justificada pela interferência da molécula do glifosato no Ciclo de Krebs, importante processo metabólico que tem a finalidade de produzir energia para as atividades metabólicas da planta.

GORDON (2007) relata que há evidências mostrando que a produtividade da soja resistente a glifosato também seja naturalmente menor do que a das sojas convencionais. Muitos agricultores têm observado que tais produtividades, mesmo sob condições ótimas, não são tão elevadas como esperado. É possível que a adição do gene que dá a resistência ao herbicida possa ter alterado outros processos fisiológicos.

Segundo GORDON (2007), as aplicações de glifosato podem retardar o metabolismo do manganês na planta bem como ter um efeito adverso nas populações de microrganismos do solo que são responsáveis pela redução do manganês em forma disponível para a planta e que a adição de manganês suplementar, no período adequado, pode corrigir os sintomas de deficiência e resultar em maiores produtividades na soja RR.

Figura 3: Resposta da soja ao manganês aplicado no sulco de semeadura (GORDON, 2006)

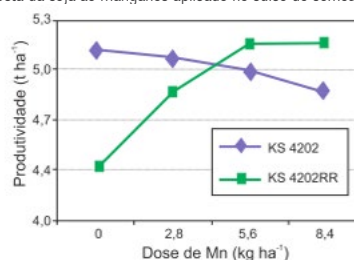
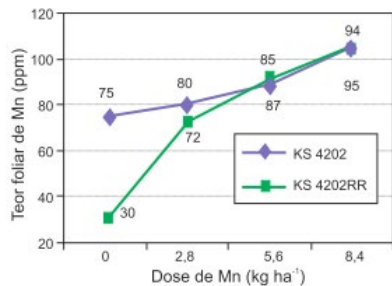


Figura 4: Concentração de Mn no tecido foliar de soja (folha trifoliada expandida superior, em pleno florescimento) em função da aplicação de manganês no sulco de semeadura (GORDON, 2006).



Pesquisas desenvolvidas no Estado do Kansas (EUA), em solo com pH 7,0, de textura média, com sulfato de manganês granular aplicado em faixas ao lado da linha de plantio, mostraram que a variedade tradicional (KS 4202) produziu cerca de 740 kg.ha⁻¹ a mais que sua isolinha resistente ao glifosato (KS 4202 RR), quando na ausência de manganês. Porém, com adições crescentes de manganês, a soja resistente ao glifosato respondeu favoravelmente à aplicação, enquanto a variedade tradicional apresentou queda de produtividade nas doses mais elevadas (Figura 3). No estágio de pleno florescimento, na condição sem manganês, observou-se que o teor foliar na soja RR era menos do que a metade do observado na variedade tradicional e à medida que se adicionou o manganês, as duas variedades se comportaram de maneira semelhante (Figura 4).

Estas pesquisas sugerem que as variedades de soja resistentes ao glifosato não acumulam manganês da mesma maneira que as variedades convencionais e que podem responder positivamente à aplicação de manganês, tanto via solo como via foliar, mesmo em ambientes altamente produtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORKERT, C. M.; PAVAN, M. A.; BATAGLIA, O. C. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: Ferro e manganês. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAJ, B. van; ABREU, C. A., eds. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. 600 p.
- BURNELL, J.N. The biochemistry of manganese in plants. In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C. (Ed). Manganese in soils and plants. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.125-137, 1988.
- FOLONI, L. L.; RODRIGUES, D.; FERREIRA, F.; MIRANDA, R.; ONO, E. O. Aplicação de glifosato em pós-emergência, em soja transgênica cultivada no cerrado. Revista Brasileira de Herbicidas, Passo Fundo, v. 4, n. 3, p. 47-58, 2005.
- GORDON, B. Adubação com manganês em soja convencional e soja resistente ao glifosato. IPNI (International Plant Nutrition Institute), Informações Agronômicas 117 - Março 2007.
- HUBER, D. M. Efeitos do glifosato em doenças de plantas. Problemas de nutrição e de doenças de plantas na agricultura moderna: ameaças à sustentabilidade? Piracicaba: IPNI, 2007. CD-ROM.
- KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. IPNI (International Plant Nutrition Institute), Informações Agronômicas 118 - Junho 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Livrocere, 2006. 638 p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- REIS JUNIOR, F. B.; MENDES, I.C.; HUNGRIA, M. Plantas Transgênicas e a Microbiota do Solo. EMBRAPA, Documentos 141 - Junho 2005.