



Escala de Notas para Avaliação da Deficiência de Cálcio em Plantas de Sorgo-Sacarino

Oscar Fontão de Lima Filho¹

Introdução

Todas as plantas verdes superiores dependem da luz solar, que é a fonte de energia para o processo fotossintético, água e elementos essenciais (nutrientes) ao seu metabolismo. Quantidades insuficientes de determinado nutriente provocam distúrbios metabólicos, que são causados por uma sequência de alterações moleculares, subcelulares, celulares e, finalmente, no tecido, com o aparecimento de sintomas visíveis.

O cálcio (Ca) é um nutriente fundamental na estabilidade estrutural da parede celular das plantas. Também é essencial na integridade da membrana plasmática e na seletividade da passagem de íons através dela. Além disso, é requerido como cátion acompanhante de ânions orgânicos e inorgânicos. Compostos que contêm cálcio incluem oxalatos, fitatos, carbonatos, pectatos e fosfatos. O Ca tem, ainda, um papel muito importante como mensageiro

secundário de estímulos internos (hormônios) e ambientais, incluindo estresses bióticos, como, por exemplo, patógenos e nodulação de raízes de leguminosas, e abióticos, como temperaturas extremas, salinidade, danos mecânicos, excesso de metais e baixos teores de oxigênio. Esses estímulos modificam o nível de cálcio no citoplasma, cujo aumento ativa as calmodulinas, as quais, por sua vez, ativam enzimas ligadas a diversos processos fisiológicos na planta, incluindo aspectos hormonais, alongamento, divisão celular e abertura estomatal.

O sorgo-sacarino apresenta altos teores de açúcares fermentescíveis no colmo (glicose, sacarose e frutose), com potencial técnico e econômico para produção de etanol, dentro do sistema de produção da cana-de-açúcar. Além disso, o bagaço, após a moagem, pode ser utilizado na cogeração de eletricidade, produção de etanol de segunda geração e forragem para animais. Os grãos também servem para alimentação humana e animal.

⁽¹⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Estudos que envolvam o cálcio em sorgo, o que inclui o sorgo-sacarino, tornam-se relevantes em determinadas condições, já que a espécie é particularmente sensível à carência deste nutriente no solo, como ocorre com algumas outras plantas, como, por exemplo, o amendoim, a alfafa e a samambaia. Assim, o sorgo caracteriza-se como uma planta indicadora de deficiência de cálcio, ou seja, o sintoma da falta deste nutriente geralmente aparece antes no sorgo do que na maioria das espécies. Em experimentos hidropônicos, não é raro as plantas exibirem sintomas de deficiência de cálcio, inclusive em soluções nutritivas completas. O mesmo ocorre no campo, quando os sintomas muitas vezes acabam sendo interpretados como consequência de danos físicos (ventos fortes, insetos mastigadores).

Assim, este documento objetiva apresentar uma escala de notas para avaliação da deficiência de cálcio, o que inclui fotografias de sintomas em folhas, para subsidiar a diagnose visual e estudos relacionados à nutrição de cálcio em sorgo-sacarino.

Causas da deficiência de cálcio

As causas mais comuns da deficiência de Ca em plantas estão ligadas à alta acidez do solo, à seca e ao excesso de potássio. Neste último caso, a mobilidade do Ca pode ser afetada não somente por íons K^+ no solo, mas também por aqueles presentes na planta em altas concentrações. Como o Ca é absorvido pelos ápices radiculares, qualquer fator que impeça o crescimento de novas raízes (aeração pobre, temperaturas baixas) pode diminuir ou impedir a absorção de Ca, induzindo a sua deficiência.

Adubações elevadas de NPK buscando altas produtividades, por exemplo, pode agravar a carência de Ca em sorgo, já que o aumento pela sua demanda, principalmente nos estágios iniciais de crescimento, é frequentemente subestimado. Fatores que podem contribuir para a falta de Ca incluem falta de oxigênio causado por compactação ou excesso de água no solo, acidificação do solo com adubações maciças de nitrogênio, lixiviação de íons Ca^+ , altas concentrações de K^+ , Mg^{2+} , ou mesmo Na^+ , presentes em água de irrigação ou fertilizantes, sem o devido suplemento de Ca, o que condiz com uma correção ausente ou insuficiente do solo. Altas concentrações de K podem prejudicar a mobilidade de Ca, tanto no solo como na planta, tornando mais intensa a sua deficiência na

planta. Outro fator está relacionado à característica genética, já que certas espécies, em condições desfavoráveis, são mais propensas a apresentar precocemente os sintomas de deficiência, como mencionado anteriormente.

Sintomas da deficiência de cálcio

Os sintomas de deficiência de Ca nas plantas manifestam-se, em primeiro lugar, em órgãos mais jovens, locais onde ocorre a diferenciação celular. De modo geral, as folhas novas, as primeiras a apresentar os sintomas, tornam-se pequenas e disformes, com margens e pontas enroladas. Podem ocorrer manchas necróticas, tanto internervais como ao longo das margens e ponta foliar, além de murchamento das folhas e colapso do pecíolo.

Considerando-se o sorgo-sacarino, os sintomas iniciam-se pelas folhas mais novas, com deformação lateral, em um ou em ambos os lados, apresentando laceração com estrias esbranquiçadas, enrolamento, clorose internerval e necrose do ápice do limbo. Com a progressão dos sintomas, as folhas apresentam necrose marrom-clara internerval e/ou nas bordas; também ocorre murchamento e enrolamento da folha apical. Com o colapso do pecíolo da folha mais nova, esta se mostra murcha, enrolada e pequena, interrompendo o crescimento da planta.

Escala de notas para deficiência de cálcio

A Figura 1 apresenta uma escala de notas para estudos ou avaliação da deficiência de cálcio em sorgo-sacarino. Dessa forma, é possível quantificar o sintoma foliar, considerando o grau ou dano existente em uma folha específica. Para a estimativa do grau de deficiência de cálcio, na planta como um todo, pode-se tirar a média de um número predeterminado de folhas a partir do ápice.

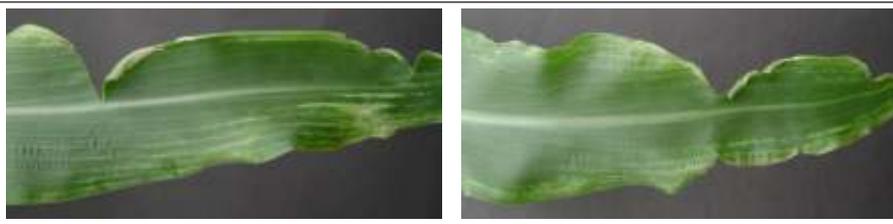
Nota	Sintomas	
0	(I) sem sintomas	
1	(II) margem/estria esbranquiçada.	
2	(III) estrias esbranquiçadas, início de laceração marginal perpendicular (até 5 mm) e/ou lateral às nervuras, presença inicial de clorose e/ou necrose	
3	(IV) sintoma III + laceração lateral (acima de 5 mm) – em até dois pontos.	
4	(V) sintoma III + laceração lateral (acima de 5 mm) em vários pontos.	
5	(VI) laceração + com ou sem enrolamento apical + clorose e com maior intensidade ou morte da folha apical.	

Figura 1. Escala de notas para quantificação da deficiência de cálcio em sorgo-sacarino.

Literatura recomendada

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants:** development, visual and analytical diagnosis. 3rd ed. Jena: Gustav Fischer, 1992. 734 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas:** princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. 401 p.

HEPLER, P. K. Calcium: a central regulator of plant growth and development. **Plant Cell**, v. 17, n. 8, p. 2142-2155, Aug. 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Piracicaba: Ceres, 2006. 631 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2nd ed. New York: Academic Press, 1995. 887 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. (Ed.). **Principles of plant nutrition.** 5th ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 849 p.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Calcium in plants. **Annals of Botany**, v. 92, n. 4, p. 487-511, 2003. Disponível em: <<http://aob.oxfordjournals.org/content/92/4/487.full.pdf+html>>. Acesso em: 11 jul. 2016.

Comunicado Técnico, 217

Embrapa Agropecuária Oeste
BR 163, km 253,6 – Caixa Postal 449
79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



1ª edição
(2017): on-line

Comitê de Publicações

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*
Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*
Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan, Ivo de Sá Motta, Marciana Retore, Michely Tomazi, Oscar Fontão de Lima Filho e Tarcila Souza de Castro Silva*

Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crébio José Ávila*

Expediente

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*