

Guia de Diagnóstico Visual de Deficiências Nutricionais em Sorgo-Sacarino

Introdução

Um elemento sem o qual a planta não vive é chamado nutriente e, de acordo com seu teor, o estado nutricional de uma planta varia da deficiência à toxidez, passando pelo nível ótimo ou adequado. As plantas necessitam de nutrientes em quantidades balanceadas, a fim de suprir as suas necessidades de crescimento e desenvolvimento. Na agricultura, sem considerar outros fatores, a produtividade é também proporcional, até certo limite, à quantidade de nutrientes fornecida pelo solo e na forma de fertilizantes.

Os elementos essenciais podem ser agrupados em macronutrientes, consumidos em larga escala, e os micronutrientes, absorvidos em menores quantidades pelas plantas.

	MACRONUTRIENTES	
	Primários	Secundários
Não metal	Nitrogênio (N) Fósforo (P)	Enxofre (S)
Metal	Potássio (K)	Cálcio (Ca) Magnésio (Mg)

MICRONUTRIENTES	
Não metal	Metal
Boro (B) Cloro (Cl)	Cobre (Cu) Ferro (Fe) Manganês (Mn) Molibdênio (Mo) Níquel (Ni) Zinco (Zn)

Dourados, MS
Dezembro, 2014

Autor

Oscar Fontão de Lima filho

Engenheiro-agrônomo,
doutor em Ciências (Nutrição
Mineral de Plantas e
Fertilidade do Solo),
pesquisador da Embrapa
Agropecuária Oeste,
Dourados, MS

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



Carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) (não metais) também são considerados nutrientes, constituintes do material orgânico. Outros elementos têm sua comprovação de essencialidade apenas em condições específicas ou para certas espécies, como é o caso do cobalto (Co) (essencial em sistemas que fixam nitrogênio), sódio (Na) e silício (Si) (essenciais para algumas plantas). Carbono e oxigênio são supridos pela atmosfera, enquanto o hidrogênio é fornecido pela água. A principal fonte para os demais nutrientes é o solo, o que inclui os nutrientes nativos e aqueles provenientes da adubação e calagem (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MALAVOLTA, 2006).

A identificação visual de uma deficiência nutricional é considerada uma ferramenta simples e indispensável a todos aqueles que praticam, ensinam ou pesquisam agricultura e nutrição de plantas (BERGMANN, 1992). A deficiência de um determinado nutriente provoca desordens fisiológicas e bioquímicas e está relacionada a sintomas visuais, particularmente nas folhas, e menor crescimento. Esses sintomas são, até certo ponto, característicos do elemento, mas há influência da espécie ou variedade da planta e da severidade da deficiência nutricional. Níveis nutricionais no solo que levam à deficiência latente ou marginal (fome oculta), ou seja, sem sintomas visíveis, ou à deficiência aguda, devem ser evitados com manejo nutricional adequado na implantação da cultura, de acordo com as recomendações técnicas feitas a partir dos resultados da análise do solo e histórico da área.

Desordens nutricionais sempre têm um padrão simétrico, que auxilia na diferenciação de outros distúrbios, ou seja, presença ou início do sintoma em folhas de mesma idade fisiológica e progressão na severidade dos sintomas, de acordo com a idade das folhas (MARSCHNER, 1995).

O presente documento apresenta sintomas de carências nutricionais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco em sorgo-sacarino (*Sorghum bicolor* L.), obtidos em condições hidropônicas nas dependências da Embrapa Agropecuária Oeste, sendo que o único fator limitante ao crescimento foi a falta do nutriente, no qual a deficiência é descrita, sendo uma recomendação de diagnose visual para a cultura.

Funções e descrição de sintomas de deficiência dos principais nutrientes no sorgo-sacarino

As principais funções dos nutrientes no metabolismo vegetal são apresentadas resumidamente, de acordo com Bergmann (1992), Epstein e Bloom (2006), Hochmuth et al. (2012) e Malavolta (2006). Em seguida, descreve-se a sintomatologia da deficiência nutricional específica a cada nutriente.

Nitrogênio

Funções

O N é parte integrante de aminoácidos, proteínas, clorofila, ácidos nucleicos, bases nitrogenadas, hormônios de crescimento, vitaminas, pigmentos e numerosas substâncias secundárias, como alcaloides. Também faz parte do protoplasma e dos constituintes responsáveis pelo armazenamento e pela transferência de informação genética: cromossomos, genes e ribossomos. Como constituinte de enzimas, está implicado em todas as reações enzimáticas, tendo, portanto, papel ativo no metabolismo energético.

Sintomas de deficiência

Inicialmente, folhas mais velhas apresentam uma coloração verde-clara, que progride para uma clorose total, a qual se inicia a partir da ponta do limbo, expandindo-se em direção à bainha pelo meio da folha e, posteriormente, para as laterais. Em casos severos, as folhas tornam-se totalmente amarelas (clorose uniforme) e ressequidas a partir da ponta. As plantas têm crescimento reduzido e apresentam colmos mais finos (Figura 1).



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 1. Sintomas de deficiência de nitrogênio em folhas de sorgo-sacarino.

Fósforo

Funções

O P está ligado diretamente na aquisição, no armazenamento e na liberação da energia necessária para o metabolismo da célula. É constituinte de componentes celulares essenciais, tais como fosfoproteínas e fosfolípidos. Os íons fosfato também fazem parte da estrutura dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), substâncias básicas controladoras da transferência da informação genética.

Sintomas de deficiência

Manchas irregulares, começando de modo disperso pelas bordas, na porção mediana de folhas, a princípio nas mais velhas. As manchas coalescem, estendendo-se ao longo do limbo, em três direções, para a bainha, nervura central e ponta da folha. As manchas têm coloração marrom, opaca, bem suave, com aparência enrugada e fina, muitas vezes demarcadas por uma coloração vermelha-escura, além de estrias e pontuações marrom-avermelhadas suaves. Apresenta necrose retilínea ao longo da borda foliar, a partir das folhas mais velhas. O crescimento da planta é reduzido (Figura 2).

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Figura 2. Sintomas de deficiência de fósforo em folhas de sorgo-sacarino.

Potássio

Funções

Os principais papéis do K são como estabilizador estrutural e ativador de inúmeras enzimas. O K é o elemento básico envolvido na manutenção do conteúdo de água e da turgidez das células. Assim, controla a abertura e o fechamento dos estômatos, por meio da regulação da pressão de turgor das células guardas, encontradas ao redor dos estômatos.

Sintomas de deficiência

Inicialmente, nas folhas mais velhas, há ocorrência de manchas escuras avermelhadas e necrose de formato retilíneo ao longo das nervuras secundárias e das bordas, começando das extremidades para a nervura principal, além de secamento da ponta da folha. Ocorre, também, enrolamento parcial da borda para o centro no terço superior da folha e paralisação do crescimento dos internódios, dando à planta a aparência de um leque, com as bainhas das folhas sobrepostas (Figura 3).



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 3. Sintomas de deficiência de potássio em folhas de sorgo-sacarino e aspecto geral da planta.

Cálcio

Funções

O Ca tem papéis específicos e não específicos. Ele é responsável pela estabilidade estrutural e fisiológica dos tecidos, ligando-se a polissacarídeos na parede celular, formando o pectato de cálcio, por exemplo. É um regulador enzimático, ligando-se à calmodulina, importante proteína relacionada à sinalização e regulação de várias enzimas. Está relacionado a muitos processos, como transporte de hormônios, crescimento de meristemas, abscisão, senescência e como mensageiro secundário em resposta a sinais extracelulares ou ambientais.

Sintomas de deficiência

Iniciando-se pelas mais novas, ocorre deformação lateral da folha, em um ou em ambos os lados, apresentando laceração com estrias esbranquiçadas, enrolamento e necrose do ápice do limbo. Com a progressão dos sintomas, as folhas apresentam necrose marrom-clara nas bordas (Figura 4).

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Figura 4. Sintomas de deficiência de cálcio em folhas de sorgo-sacarino.

Magnésio

Funções

O Mg participa na planta como elemento estrutural, sendo o átomo central da molécula de clorofila; é ativador de muitas enzimas, incluindo aquelas relacionadas ao metabolismo energético. Quase todas as reações importantes envolvidas no metabolismo no âmbito celular, tais como a biossíntese de proteínas, o metabolismo energético e outras, necessitam de íons Mg como catalisador metálico. Também influencia o balanço hormonal e o processo de redução química do nitrato.

Sintomas de deficiência

O sintoma, em folhas mais velhas, caracteriza-se por manchas avermelhadas e/ou alaranjadas, bem como clorose amarelo-alaranjada, tanto apical como lateral, expandindo-se para o centro da folha, formando manchas necróticas irregulares marrom-avermelhadas. O ângulo entre folha e colmo é maior e o crescimento da planta é reduzido (Figura 5).



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 5. Sintomas de deficiência de magnésio em folhas de sorgo-sacarino e aspecto geral da planta.

Enxofre

Funções

O S é componente de várias moléculas, como dos aminoácidos cisteína e metionina, de proteínas, enzimas, coenzimas, vitaminas e compostos secundários. Está ligado aos processos da fotossíntese, respiração, síntese de gorduras e proteínas, fixação não fotossintética do CO₂, dentre outros.

Sintomas de deficiência

Apresenta plantas com clorose em todo o limbo foliar, inicialmente nas mais novas, com maior evidência entre as nervuras, além de colmos mais claros (Figura 6).

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



Figura 6. Sintomas de deficiência de enxofre em folhas de sorgo-sacarino.

Boro

Funções

O B contribui para a estabilidade da parede celular, por causa de sua ligação a polissacarídeos pécticos, como ocorre com o Ca. Com isso, o B tem papel essencial no desenvolvimento e crescimento de células novas de tecidos meristemáticos. Apesar das incertezas em relação às funções do B na fisiologia e bioquímica das plantas, sabe-se que ele está ligado a vários processos do metabolismo vegetal: transporte de açúcares, amido, N e P; síntese de proteínas e aminoácidos; regulação do metabolismo de carboidratos; atividade da auxina; desenvolvimento de novas células em tecidos meristemáticos; germinação; crescimento e estabilidade do tubo polínico; estabelecimento de frutos e sementes, etc.

Sintomas de deficiência

Os sintomas iniciam-se em folhas mais jovens, com estrias brancas (perda de pigmentação) e finas, paralelas à nervura central, que se alongam e alargam no decorrer do tempo. A descoloração que ocorre entre as nervuras ficam translúcidas em alguns pontos. Posteriormente, manchas avermelhadas aparecem ao longo das nervuras, de modo desuniforme, começando pelas folhas mais velhas. Os colmos também apresentam sintomas semelhantes. Ocorre superbrotação de folhas e perfilhamento precoce, também com sintomas. Há paralização do crescimento apical e do alongamento dos internódios, dando à planta uma aparência de leque, semelhante ao que ocorre na deficiência de potássio (Figura 7).



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 7. Sintomas de deficiência de boro em folhas de sorgo-sacarino e aspecto geral da planta.

Cobre

Funções

O Cu é constituinte ou ativador de muitas enzimas e tem papel estrutural na plastocianina, enzima pertencente à cadeia de transporte eletrônico da fotossíntese. Do mesmo modo, o Cu está ligado ao transporte de elétrons e à captura de energia de diversas proteínas e enzimas oxidativas. Também influencia no metabolismo de carboidratos e do nitrogênio.

Sintomas de deficiência

Apresenta folhas intermediárias e mais novas com clorose internerval irregular, com aparecimento posterior de nervuras, central e secundárias, avermelhadas (estrias), tanto nas folhas como no colmo e também, pequenas manchas vermelhas. Ocorre descoloração internerval a partir das bordas foliares, que tende a ficar transparente em folhas mais novas. Essa despigmentação é linear e irregular, iniciando-se pelas bordas ou pelo meio do limbo foliar. Posteriormente, essas manchas tornam-se amarronzadas ou necróticas, com bordas mais escuras e bem delimitadas. O limbo das folhas tende a se curvar para baixo, ou seja, em direção à face dorsal. Há um ângulo maior de inserção da folha com o colmo, como ocorre com a deficiência de magnésio (Figura 8).

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Figura 8. Sintomas de deficiência de cobre em folhas de sorgo-sacarino e aspecto geral da planta.

Ferro

Funções

O Fe participa do metabolismo na fotossíntese, respiração e balanço hormonal. É parte integrante das heme-proteínas e proteínas com ferro-enxofre, além de ativar várias enzimas. Nos processos metabólicos do N e S, várias enzimas usam grupos prostéticos que contêm Fe, como as redutases de nitrato, nitrito e sulfito, além da nitrogenase. Outros sistemas enzimáticos, como as catalases e peroxidases, necessitam do ferro.

Sintomas de deficiência

O sintoma de deficiência inicia-se com clorose internerval em folhas mais novas, inicialmente mantendo-se verde as nervuras, num padrão de reticulado fino. Com o agravamento dos sintomas, as folhas tornam-se uniformemente amarelas, tendendo ao branqueamento em casos muito severos (Figura 9).



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 9. Sintomas de deficiência de ferro em folhas de sorgo-sacarino.

Manganês

Funções

O Mn ativa um número considerável de enzimas, atuando em diversos processos na planta, como na síntese de proteínas, carboidratos, gorduras e compostos do metabolismo secundário, no controle hormonal, na fotossíntese, respiração, absorção iônica e na resistência a doenças.

Sintomas de deficiência

O sintoma de carência em manganês é típico em sorgo-sacarino, iniciando-se nas folhas novas por meio de clorose entre as nervuras, formando um reticulado verde grosso, ou seja, a região que permanece verde ao redor das nervuras é mais larga do que em relação ao sintoma inicial de deficiência de ferro (Figura 10).

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Figura 10. Sintomas de deficiência de manganês em folhas de sorgo-sacarino.

Zinco

Funções

O Zn participa de vários processos metabólicos, seja como constituinte do grupo prostético ou como ativador de várias enzimas. Ele atua na fotossíntese, respiração, controle hormonal (produção do ácido indolilacético - AIA) e síntese de proteínas e amido.

Sintomas de deficiência

Inicialmente, ocorre clorose que coalesce a partir das bordas das folhas mais novas, com o aparecimento de faixa clorótica em um ou em ambos os lados da folha. Ocorre também o avermelhamento das nervuras central e laterais das folhas e estrias vermelhas no colmo. Em folhas mais velhas, baixeiro e medianas, pode ocorrer necrose avermelhada ao longo das laterais do limbo. Também aparecem manchas avermelhadas entremeadas com manchas marrons. As pontas foliares tornam-se necrosadas. Com o agravamento do sintoma, todo o limbo foliar fica necrosado, porém com manchas mais claras nas tonalidades marrom, vermelha e amarela, iniciando-se na ponta da folha e expandindo-se para as laterais (Figura 11).



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 11. Sintomas de deficiência de zinco em folhas e colmo de sorgo-sacarino.

Considerações finais

A diagnose visual permite avaliar uma possível desordem nutricional. Entretanto, o diagnóstico baseado em sintomas visíveis, deve ser tratado com cautela e embasado por padrões visuais bem definidos para cada espécie ou, mesmo, variedade. Outros fatores, como ataque de pragas, incidência de doenças, extremos climáticos, aplicação de agrotóxicos ou deficiências múltiplas, podem dificultar a interpretação do sintoma observado. É importante ter em mãos outras informações, como pH do solo, histórico da área de cultivo, como manejo nutricional e fitossanitário, etc.

Em culturas temporárias, como é o caso do sorgo-sacarino, as deficiências de N, K e S, quando identificadas precocemente, podem ser corrigidas por meio da adubação de cobertura. A diagnose precoce e a remediação da deficiência de micronutrientes pode ser feita, geralmente, por meio da aplicação foliar do nutriente faltante. No caso de um diagnóstico mais tardio, a correção só é possível para a safra seguinte.

Referências

- BERGMANN, W. (Ed.). **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.
- HOCHMUTH, G.; MAYNARD, D.; VAVRINA, C.; HANLON, E.; SIMONNE, E. **Plant tissue analysis and interpretation for vegetable crops in Florida**. [Gainesville]: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2012. 48 p. (HS 964). Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/ep081>>. Acesso em: 20 ago. 2014.
- 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.

Circular Técnica, 31

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/fale-conosco/sac



1ª edição
(2014): online

Comitê de Publicações

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*
Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*
Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Danilton Luiz Flumignan, Fernando Mendes Lamas, Germani Concenço, Ivo de Sá Motta, Marciana Retore e Michely Tomazi*

Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Crêbio 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*