

CIRCULAR TÉCNICA

49

Dourados, MS
Março, 2020

Deficiências nutricionais em guandu

Oscar Fontão de Lima Filho



Deficiências nutricionais em guandu¹

Introdução

O guandu ou feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) é uma leguminosa arbustiva originária da Índia. Existem cultivares anuais, semiperenes, de crescimento determinado e indeterminado. É utilizado na alimentação humana ou como forragem animal, além de adubo verde. É a sexta pulse (semente seca comestível de leguminosa) mais cultivada no mundo (Food Outlook..., 2016).

As plantas de guandu estão sujeitas a vários fatores interferentes no seu crescimento e desenvolvimento, como clima, solo, pragas e doenças. No quesito nutrição, apesar de ser considerada uma espécie rústica e resistente a solos de baixa fertilidade, o crescimento adequado, com boa produtividade e qualidade de grãos e forragem, é obtido com a quantidade e proporção adequadas de nutrientes fornecidos pelo solo e por fertilizantes. A carência de nutrientes em guandu causa desarranjos no seu metabolismo. Assim, plantas com teor de determinado nutriente anormalmente baixo apresentam sintomas característicos. Os sintomas aparecem com maior intensidade em folhas, mas é também comum o comprometimento no crescimento e no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo.

Assim, a diagnose visual, que nada mais é do que a comparação do aspecto de uma amostra foliar com uma folha padrão, é uma ferramenta importante para identificação de uma determinada deficiência ou toxidez nutricional. Mas, para saber se o sintoma foliar é de natureza nutricional, alguns aspectos devem ser levados em consideração:

- a) É importante verificar a existência de pragas, doenças ou nematoides que possam provocar sintomas foliares semelhantes, como, por exemplo, clorose, necrose ou deformação do tecido.

¹ Oscar Fontão de Lima Filho, Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

- b) Efeitos fitotóxicos, causados por agrotóxicos, podem apresentar aspectos semelhantes a deficiências ou à toxidez de determinados elementos.
- c) Para ser um sintoma nutricional, ele deve ser generalizado, tanto em área como em exposição, aos quadrantes norte, sul, leste e oeste, ocorrendo em áreas relativamente grandes, sem ser em plantas isoladas ou em reboleiras, as quais podem ser em decorrência de desordens fisiológicas (por exemplo, frio ou calor excessivos), encharcamento, contato direto de adubo ou calcário armazenados, presença de nematoides, etc.
- d) Deficiências nutricionais apresentam um gradiente. Nutrientes móveis (N, P, K, Mg, Cl e Mo) sofrem redistribuição, com severidade decrescente das folhas mais velhas para as mais novas. No caso de nutrientes quase imóveis (Ca e B) ou pouco móveis (S, Cu, Fe, Mn e Zn) os sintomas aparecem predominantemente ou são mais intensos em folhas novas. Por sua vez, a toxidez ocorre em folhas mais velhas.
- e) Folhas de um mesmo par ou aquelas em sequência devem apresentar os mesmos sintomas, ou seja, deve haver simetria.

A seguir, são apresentadas as descrições dos sintomas foliares da deficiência de macro e micronutrientes. Com exceção dos elementos Ca e Cu, os sintomas de deficiência foram obtidos a partir de ensaios realizados em casa de vegetação, em condições de cultivo hidropônico. Não houve interferência de outros fatores limitantes ou interferentes no desenvolvimento das plantas, além dos tratamentos relacionados à carência dos nutrientes em estudo. No caso do Ca, houve redução bastante significativa no teor foliar do elemento, porém sem causar efeitos visíveis no crescimento e sintomas visuais. Em relação ao Cu, ocorreu diminuição em 50% no crescimento, porém sem sintomas foliares visíveis. Em ambos os casos, são citados e apresentados resultados de outros autores. Também são descritas as principais causas fisiológicas relacionadas aos sintomas das deficiências de cada nutriente, de acordo com Bergmann (1992), Epstein e Bloom (2006), Malavolta (2006) e Hochmuth et al. (2012).

Descrição e causas fisiológicas dos sintomas de deficiências

1. Nitrogênio (N)

1.1. Descrição dos sintomas de deficiência

Os sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas mais velhas, com um tom verde mais claro, que progride para a planta inteira. Em condições mais severas, as plantas apresentam folhas pequenas, pouca ramificação e amarelecimento generalizado, além do desenvolvimento reduzido. Ocorrem pontuações amarronzadas, que coalescem a partir das bordas da folha, indo em direção à nervura central. As pontuações também podem aparecer espalhadas entre as nervuras secundárias. Ocorre senescência e queda das folhas a partir das mais velhas (Figura 1).

1.2. Principais causas fisiológicas dos sintomas

O crescimento reduzido pode ser explicado pelo fato de o N ser utilizado para a formação de proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos solúveis e outros compostos. Com a menor absorção do nutriente, há diminuição do tamanho das células e aumento da espessura das paredes celulares. Também ocorre decréscimo da divisão e da expansão celular, havendo redução no tamanho de todas as partes morfológicas da planta, principalmente folhas e frutos. A reduzida ramificação, outro efeito da deficiência de N observado na morfologia das plantas, pode ser devido à inibição de gemas axilares e apicais, o que resulta, também, no atraso da floração. O amarelecimento generalizado das folhas é devido ao decréscimo na produção de clorofila.



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 1. Deficiência de nitrogênio em guandu.

2. Fósforo (P)

2.1. Descrição do sintoma de deficiência

Plantas deficientes apresentam redução ou mesmo paralisação total do crescimento, geralmente com coloração mais escura da folhagem. Pode haver encurvamento das folhas para baixo, bem como ocorrência de necrose na ponta da folha (Figura 2).

Fonte: Kumar (2013).

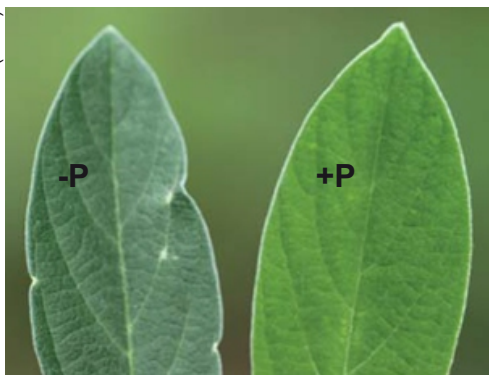


Foto: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 2. Deficiência de fósforo em guandu.

2.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

O crescimento reduzido está relacionado ao fato de o fosfato inorgânico ser necessário para que ocorra a exportação de energia dos cloroplastos, interferindo, direta ou indiretamente, em vários processos metabólicos, como a síntese proteica e de ácidos nucleicos.

3. Potássio (K)

3.1. Descrição do sintoma de deficiência

Ocorre clorose a partir das margens e bordas de folhas intermediárias, com o aparecimento de pontuações amarronzadas, que coalescem, formadas a partir das bordas ou entre as nervuras, iniciando-se a partir do pecíolo. As manchas progridem até a formação de necrose, com o posterior murchamento e enrolamento da folha para cima, a partir dos dois lados da folha. Conforme aumenta a severidade da carência, há progressão dos sintomas em direção às folhas mais novas (Figura 3). Plantas deficientes em K têm o seu crescimento bastante reduzido.



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 3. Deficiência de potássio em guandu.

3.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

A taxa de transpiração depende do potencial osmótico do mesófilo celular e da abertura e fechamento dos estômatos, os quais são influenciados pelo íon K^+ . Plantas deficientes em K têm alta taxa de transpiração e, assim, são propensas ao murchamento.

Sendo o K ativador de numerosas enzimas, sua deficiência acarreta distúrbios em eventos metabólicos, como, por exemplo, acumulação de compostos nitrogenados livres ou solúveis (tais como aminoácidos, amidas e amônia), além de aminas, produtos da descarboxilação de aminoácidos, como putrescina, N-carbamilputrescina e agmatina, sendo a última, provavelmente, responsável pela clorose e manchas necróticas que aparecem em folhas deficientes.

4. Cálcio (Ca)

4.1. Descrição do sintoma de deficiência

Não foram obtidos sintomas claros de deficiência nas plantas de guandu, as quais apresentaram leve clorose nas folhas novas ao final do ensaio. Também não houve diminuição no crescimento, apesar de o teor de Ca nas folhas ter sido reduzido em 86% em relação às plantas com fornecimento normal do elemento. Nichols (1964), única fonte conhecida que descreve sintomas de deficiência de cálcio em guandu, cita plantas com perda da rigidez estrutural (hábito prostrado). Em fase mais adiantada, apareceram manchas verde-claras aleatoriamente nas regiões internervais ou marginais das folhas (leve clorose). Em condições mais severas de carência em cálcio, folhas novas não desenvolviam e ocorria queda das mesmas (Figura 4).



Figura 4. Deficiência de cálcio em guandu.

Fonte: Nichols (1964).

4.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

O Ca atua, dentre outras funções, na permeabilidade, integridade estrutural e funcional das membranas e tecidos, além do alongamento e divisão celular. A deficiência de Ca é caracterizada pela redução no crescimento de tecidos meristemáticos, sendo observada primeiro nas extremidades em crescimento e folhas mais jovens, o que explica o crescimento

reduzido de folhas jovens e queda posterior, descrita por Nichols (1964). Tecidos deficientes podem não apresentar diferenciação celular normal, com o consequente crescimento não uniforme da folha jovem e apresentação de formas tortas e necrose; esta, por causa da oxidação de polifenóis, fato não observado em ambos os trabalhos.

5. Magnésio (Mg)

5.1. Descrição do sintoma de deficiência

O primeiro sintoma é a ocorrência de clorose internerval, com subsequente branqueamento de folhas intermediárias. A clorose inicia-se com pontuações simétricas e contínuas, formando manchas paralelas às nervuras. Com o desenvolvimento dos sintomas, ocorre o branqueamento ou descoloração total com pontos necróticos amarronzados entre as nervuras secundárias, com um halo clorótico ao seu redor, não chegando a alcançar a nervura central, porém margeando a borda da folhas (Figura 5).

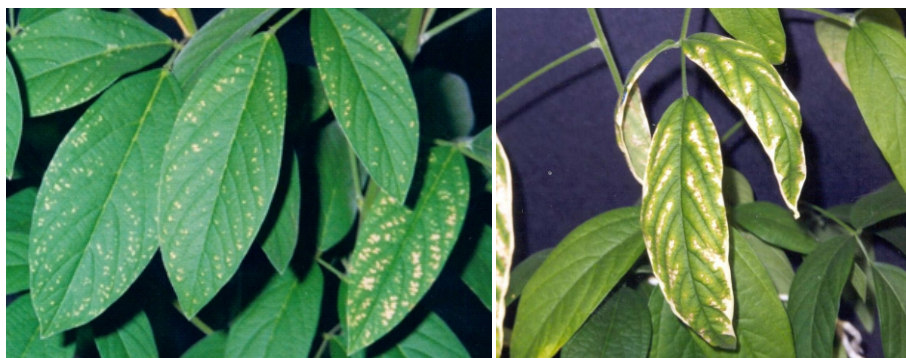


Foto: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 5. Deficiência de magnésio em guandu.

5.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

A clorose, e posterior necrose branca e marrom, está relacionada à falta de clorofila e paralisação ou diminuição de reações enzimáticas que regulam vários processos metabólicos, como a fotossíntese, absorção iônica, armazenamento e transferência de energia, respiração, síntese de carboidrato, etc. O Mg é vital para o processo da fotossíntese, pois é o átomo central da clorofila.

6. Enxofre (S)

6.1. Descrição do sintoma de deficiência

A deficiência em S causa clorose generalizada, a partir das folhas mais novas, sem diminuição visível no desenvolvimento da planta. A coloração foliar, inicialmente verde-clara, torna-se paulatinamente amarela, podendo ocorrer pequenas manchas marrom-avermelhadas em algumas folhas (Figura 6).

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho

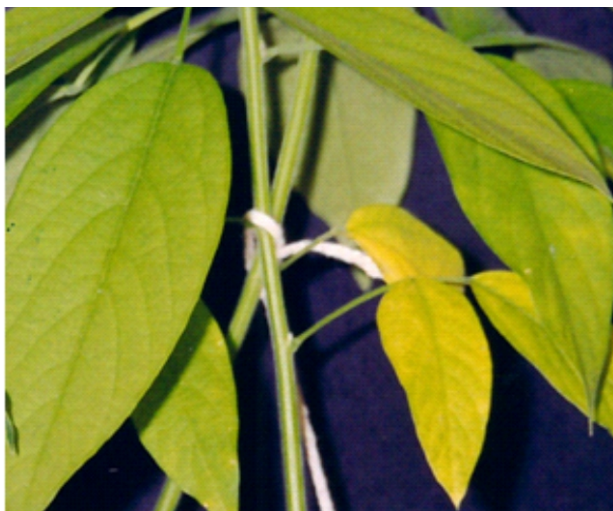


Figura 6. Deficiência de enxofre em guandu.

6.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

O S tem funções bastante importantes na planta, de natureza estrutural, por exemplo em aminoácidos, vitaminas, flavonoides, fenóis, lipídeos, alcaloides, proteínas e enzimas, bem como ligado a processos básicos, como fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e gorduras. Assim, devido ao seu papel na síntese proteica e em importantes reações enzimáticas de óxido-redução, é fundamental para a síntese de cloroplastos e clorofila. Se houver falta de S, cloroplastos são decompostos, pois estes são muito ricos em compostos orgânicos ligados ao enxofre. Também há forte correlação entre a quantidade de S contido nas proteínas e a densidade de clorofilas.

7. Boro (B)

7.1. Descrição do sintoma de deficiência

Plantas de guandu deficientes em B apresentam clorose foliar a partir das folhas novas e seca dos ponteiros. A clorose no limbo das folhas apicais ocorre de modo irregular a partir das nervuras, expandindo-se e coalescendo. As folhas inferiores ficam com uma tonalidade verde mais escura. As raízes, primeiro órgão a mostrar os sintomas de deficiência, apresentam paralização do crescimento, engrossamento, ramificação curta e escurecimento geral, com pontas necrosadas (sintomas não apresentados). Há decréscimo e paralisação do crescimento em condições de carência mais intensa. De modo geral, sintomas típicos de deficiência de B em plantas incluem necrose e encarquilhamento das folhas novas, sintomas não observados neste estudo (Figura 7).



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Figura 7. Deficiência de boro em guandu. Sintomas iniciais (esquerda) e avançados (direita).

7.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

As principais funções do B estão relacionadas à formação e estabilidade da parede das células e de tecidos reprodutivos. Assim, o B tem papel essencial no desenvolvimento e crescimento de células novas de tecidos meristemáticos, cuja deficiência no nutriente leva à clorose de folhas jovens e morte dos principais pontos de crescimento, ou seja, das gemas terminais. A ocorrência de necrose, não observada neste estudo, está relacionada à produção excessiva de ácidos fenólicos e sua degradação.

8. Cobre (Cu)

8.1. Descrição do sintoma de deficiência

Os sintomas de deficiência de Cu não são tão pronunciados em relação aos demais nutrientes. A literatura reporta a dificuldade frequente em identificar a carência de Cu em plantas (Bergmann, 1992). No presente trabalho, não ocorreram sintomas visuais aparentes de deficiência de Cu, apesar da diminuição em cerca de 50% no crescimento das plantas. Entretanto, Kumar (2013) obteve sintomas bem caracterizados de deficiência de Cu em folhas jovens. Inicialmente, as folhas apresentam uma coloração verde mais escura e murchamento temporário. Persistindo as condições de deficiência no substrato, as folhas emergentes tornam-se cloróticas, com as margens retorcidas para cima e em direção ao limbo, dando um aspecto de “barco” (Figura 8).

8.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

O Cu é constituinte e ativador de muitas enzimas, estando associado a todos os processos metabólicos importantes. Uma alta proporção do Cu nas plantas está situada nos cloroplastos, com funções específicas na fotossíntese. A deficiência de Cu afeta a estabilidade da clorofila, a síntese de proteínas e lipídeos, o sistema membranosos das células, além do metabolismo de carboidratos, de compostos secundários e do nitrogênio.



Figura 8. Deficiência de cobre em guandú

Fonte: Kumar (2013).

9. Ferro (Fe)

9.1. Descrição do sintoma de deficiência

Os sintomas de deficiência de Fe iniciam-se com clorose a partir das folhas novas (rede verde fina das nervuras sobre fundo amarelado). Com a progressão do sintoma e da severidade da carência do elemento, a cor da folha torna-se gradativamente amarelo-esbranquiçada, incluindo as nervuras (Figura 9). O padrão coincide com a distribuição do ferro no tecido.

Figura 9. Deficiência de ferro em guandu.



Foto: Oscar Fontão de Lima Filho

9.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

Cerca de 75% do Fe total das células está associado aos cloroplastos, pois ele tem um papel fundamental nas reações que ocorrem no metabolismo fotossintético, bem como da respiração. É componente de moléculas de porfirinas, como citocromos, hemes, hematina e leghemoglobina, sendo que estas substâncias estão envolvidas nas reações de óxido-redução na respiração e fotossíntese. Desse modo, a deficiência de Fe reduz a produção de clorofila e ocasiona o sintoma característico de clorose internerval.

10. Manganês (Mn)

10.1. Descrição do sintoma de deficiência

A deficiência de Mn em guandu causa clorose internerval em folhas novas e intermediárias (rede verde grossa das nervuras sobre fundo amarelado). Podem ocorrer manchas e pontuações marrom-avermelhadas, o que não ocorre na deficiência de Fe. Com o decorrer do tempo, a clorose tende a se generalizar na folha (Figura 10).

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



Figura 10. Deficiência de manganês em guandu.

10.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

O Mn é um nutriente que atua em inúmeras reações do metabolismo primário e secundário das plantas, incluindo aquelas relacionadas direta ou indiretamente à fotossíntese e à síntese de proteínas. Também atua na formação de membranas celulares, incluindo aquelas dos cloroplastos, o que influencia, desse modo, na formação de clorofila.

11. Zinco (Zn)

1.1. Descrição do sintoma de deficiência

Ocorre clorose internerval das folhas mais velhas, enquanto nas folhas intermediárias e novas há alongamento e estreitamento do limbo, com as bordas viradas para cima e menor crescimento. Em seguida, aparecem manchas pequenas irregulares e claras entre as nervuras secundárias (Fig. 11). As folhas afetadas tendem a cair prematuramente.

Figura 11. Deficiência de zinco em guandu.



Foto: Oscar Fontão de Lima Filho

11.2. Principais causas fisiológicas do sintoma

Mudanças metabólicas em plantas deficientes em Zn são bastante complexas, pois o nutriente tem funções catalíticas (ativador) ou estruturais (grupo prostético) em muitas enzimas, atuando em processos como fotossíntese, respiração, controle hormonal, metabolismo de carboidratos etc. Como o Zn está ligado também na manutenção da integridade de biomembranas, na divisão celular, síntese de proteínas e de hormônios, como as auxinas, é de se esperar alterações morfológicas, como aquelas descritas acima. Entretanto, encurtamento dos internós, sintoma típico de deficiência de Zn conhecido como roseta, não foi observado neste estudo.

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.

FOOD OUTLOOK: biannual report on global food markets. [Rome]: FAO, June 2016. 130 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/pdf/EP/EP08100.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2019.

KUMAR, P.; SHARMA, M. K. **Nutrient deficiencies of field crops**: guide to diagnosis and management. Oxfordshire: Cabi Publishing, 2013. 378 p.

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

NICHOLS, R. Studies on the major element deficiencies of the pigeonpea (*Cajanus cajan*) in sand culture. 1. Foliar symptoms of the major-element deficiencies. **Plant and Soil**, v. 21, n. 3, p. 377-387, 1964.

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

1ª edição
E-book (2020)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade

Presidente
Harley Nonato de Oliveira

Secretária-Executiva
Silvia Mara Belloni

Membros
*Alexandre Dinny's Roese, Christiane
Rodrigues Congro Comas, Eder Comunello,
Luís Antonio Kioshi Aoki Inoue, Marciana Retore,
Marcio Akira Ito e Oscar Fontão de Lima Filho*

Supervisão editorial
Eliete do Nascimento Ferreira

Revisão de texto
*Eliete do Nascimento Ferreira
Silvia Zoche Borges*

Normalização bibliográfica
Silvia Mara Belloni

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Eliete do Nascimento Ferreira

Foto da capa
José Aparecido Donizeti Carlos

CGPE 15935