

COMUNICADO
TÉCNICO

257

Dourados, MS
Abril, 2020

Embrapa

Desordens nutricionais em plantas

Oscar Fontão de Lima Filho

Desordens nutricionais em plantas¹

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

Introdução

A história da humanidade caminhou sempre ao lado das plantas ou, mais importante que isso, foi bastante influenciada por elas. Sem os vegetais não haveria como nos alimentarmos, não teríamos fibras para nossas roupas, madeira para a construção de nossas casas. O Homem aprendeu a domesticar as plantas, a cultivá-las, porém não terminou a lição de casa, que ensina a preservar o ambiente. Uma parte dessa preservação é a reposição de minerais extraídos do solo pelas plantas e levados do campo para a indústria e para as cidades, junto com os grãos, frutos, fibras, madeira etc.

Tanto animais como vegetais necessitam de compostos orgânicos e inorgânicos para a manutenção da vida. Os animais, incluindo seres humanos, necessitam de carboidratos, proteínas, gorduras, vitaminas, minerais, fibras e água. Como os animais não têm capacidade de sintetizar estes compostos, há necessidade de se alimentarem de plantas e de outros animais, para que obtenham os nutrientes (compostos

orgânicos e minerais) necessários para a sua existência. Os nutrientes necessários em grande quantidade pelos animais são chamados macronutrientes (proteínas, gorduras, carboidratos), enquanto aqueles necessários em menores quantidades são denominados micronutrientes (vitaminas e oligoelementos ou microminerais).

As plantas absorvem água e gás carbônico e, por meio da fotossíntese, produzem todos os compostos orgânicos necessários para o seu crescimento e desenvolvimento. Ao mesmo tempo, absorvem do solo todos os sais minerais necessários para a realização da fotossíntese e para fazer parte de compostos e reações químicas do seu metabolismo. Esses minerais ou nutrientes são elementos considerados essenciais para o crescimento e desenvolvimento e podem ser agrupados em macronutrientes, consumidos em larga escala, e em micronutrientes, absorvidos em menores quantidades pelas plantas, mostrados a seguir.

MACRONUTRIENTES		
	Primários	Secundários
NÃO METAL	Nitrogênio (N) Fósforo (P)	Enxofre (S)
METAL	Potássio (K)	Cálcio (Ca) Magnésio (Mg)

MICRONUTRIENTES	
NÃO METAL	Boro (B), Cloro (Cl)
METAL	Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni) e Zinco (Zn)

Carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) (não metais) também são considerados nutrientes, constituintes do material orgânico. Outros elementos tem 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 pela água. A principal fonte para os demais nutrientes é o solo, que contém os nutrientes nativos e aqueles provenientes da adubação e calagem.

Correção da acidez do solo e adubação

Normalmente, é necessária a suplementação de nutrientes no solo, a fim de que a cultura produza quantidades economicamente viáveis e com qualidade nutricional para o consumo humano ou animal. Assim, é importante conhecer a fertilidade do solo para corrigir o pH, por meio da calagem, e adubar o solo para que a planta possa absorver quantidades adequadas de nutrientes. Um solo com teores adequados de matéria orgânica, balanceado em relação ao pH e nutrientes, propicia o crescimento de plantas mais vigorosas, mais resistentes a pragas e doenças e mais saudáveis para a alimentação.

A análise química do solo e o histórico da área são fundamentais para que o técnico avalie as condições de fertilidade e possa recomendar, caso necessário, o uso da calagem e adubação mineral e/ou orgânica.

Diagnose visual de deficiências nutricionais

Muitos fatores influenciam a disponibilidade de nutrientes para as plantas, refletindo na sua composição mineral. Alguns são inerentes à planta, como espécie vegetal, órgão amostrado, idade fisiológica e potencial de produção. Outros são de natureza ambiental, relacionados a parâmetros de solo, clima, manejo nutricional e de cultivo, pragas e doenças. Se houver desequilíbrio nutricional, ou seja, falta ou excesso de um ou mais nutrientes no solo, a planta apresenta de imediato, por meio de respostas bioquímicas e fisiológicas, sintomas visuais, principalmente em folhas.

Sintomas de deficiências nutricionais tendem a ficar localizados em três padrões principais: 1) folhas jovens; 2) folhas mais maduras; 3) ao longo de toda a planta.

As funções dos nutrientes no metabolismo são as mesmas em todas as plantas, sejam elas cultivadas ou

não. Assim, a carência ou excesso de um determinado nutriente induz o aparecimento de sintomas visuais, com padrões básicos para todas as plantas, porém com características específicas para cada espécie vegetal.

Correção de deficiências e excessos nutricionais

Ao constatar a presença de deficiência ou excesso de um ou mais nutrientes, por meio da análise de solo e folha, ou pelo aparecimento de sintomas, deve-se tomar providências para a correção da desordem nutricional no mesmo ano agrícola e ou para a prevenção no ano seguinte. Em culturas temporárias, a identificação precoce de deficiências de N, K e S podem ser corrigidas por meio de adubação de cobertura. Em perenes, as deficiências nutricionais podem ser corrigidas no mesmo ano agrícola. Em alguns casos, pode-se recorrer a aplicações foliares de N, P, K e S.

Para deficiências de micronutrientes em culturas temporárias ou perenes, a melhor forma é a prevenção com aplicação do elemento no sulco de plantio ou cova, de acordo com as recomendações estabelecidas. Aplicações foliares, em culturas temporárias, podem ser eficazes no mesmo ano

agrícola, se realizadas a tempo. Com diagnóstico tardio, é melhor deixar a correção para o próximo ano agrícola ou safra. Para perenes, aplicações foliares são eficientes em corrigir a carência já no mesmo ano.

Em relação aos excessos de macronutrientes, a melhor opção é diminuir as doses subsequentes. Plantas de cobertura, rotação e uso de adubos acidificantes podem ser úteis para excesso de calagem. Quanto ao excesso de micronutrientes no solo, para cada elemento são citadas, neste texto, recomendações para eliminar ou diminuir os efeitos negativos.

A seguir, são apresentados de modo resumido as funções, causas mais comuns e sintomas gerais das deficiências (macro e micronutrientes) e toxidez (micronutrientes), e principais fontes dos nutrientes, levando-se em conta apenas fertilizantes minerais simples, com teores mínimos dos nutrientes exigidos pela legislação em vigor. Para o caso da toxidez de micronutrientes, são apresentadas as principais medidas para eliminar ou minimizar os efeitos negativos do excesso do elemento. Plantas de sorgo-sacarino e pinhão-manso são utilizadas como exemplo visual.

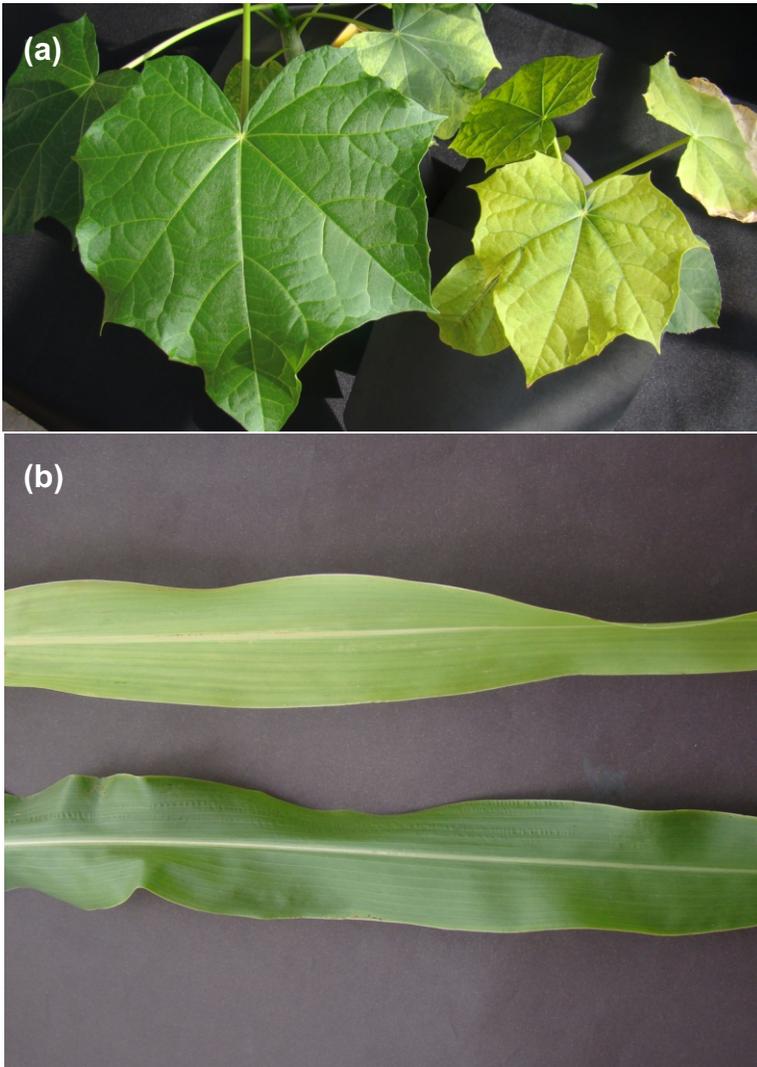
1 Nitrogênio

Função: faz parte de inúmeros compostos, como clorofila, aminoácidos, proteínas, hormônios, DNA, RNA, etc.

Causas da deficiência: excesso de chuva ou irrigação; baixa atividade biológica; pH reduzido com baixo teor de matéria orgânica no solo; seca por longos períodos.

Sintomas de deficiência: amarelecimento generalizado das folhas, inicialmente mais baixas; plantas pequenas; menor produção.

Fontes	Teor mínimo				
	Fertilizante	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% Outros nutrientes
Acetato de amônio	16	–	–	–	–
Amônia anidra	82	–	–	–	–
Aquamônia (amônia anidra dissolvida em água)	10	–	–	–	–
Cloreto de amônio	25	–	–	–	–
Fosfato diamônico (DAP)	17	45	–	–	–
Fosfato diamônico cristal (DAP cristal)	19	50	–	–	–
Fosfato monoamônico (MAP)	9	–	–	–	–
Fosfato monoamônico cristal (MAP Cristal)	11	60	–	–	–
Fosfito de amônio	10	–	–	–	–
Fosfossulfato de amônio	13	20	–	–	12 (S)
Nitrato de amônio	32	–	–	–	–
Nitrato de amônio e cálcio	20	–	–	–	2 (Ca)
Nitrato de cálcio	14	–	–	–	16 (Ca)
Nitrato de magnésio	10	–	–	–	8 (Mg)
Nitrato de potássio	12	–	44	–	–
Nitrato de sódio	16	–	–	–	–
Nitrato duplo de sódio e potássio	14	–	8	–	–
Nitrofosfato	14	18	–	–	6 (Ca)
Nitrossulfocálcio	24	–	–	–	3 (Ca); 3 (S)
Sulfato de amônio	20	–	–	–	22 (S)
Sulfonitrato de amônio	25	–	–	–	12 (S)
Sulfonitrato de amônio e magnésio	19	–	–	–	3,5 (Mg); 10 (S)
Ureia	45	–	–	–	–
Ureia–superfosfato	17	43	–	–	–



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Deficiência de nitrogênio em pinhão-mansão (a) e sorgo-sacarino (b).

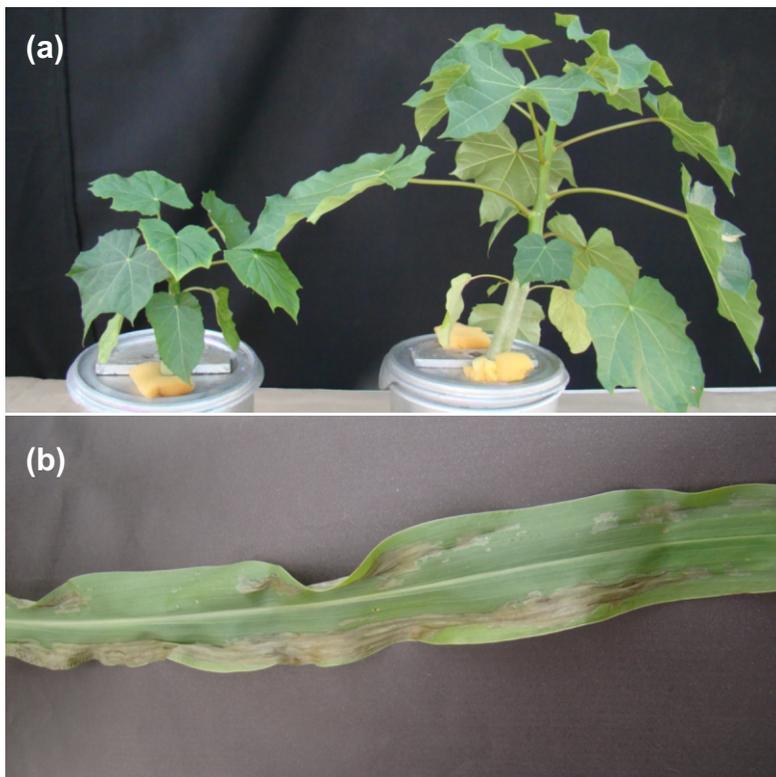
2 Fósforo

Função: fundamental na transferência de energia, constituinte de várias substâncias, incluindo DNA e RNA.

Causas da deficiência: toxidez de Al; seca; baixa temperatura; pH baixo induzindo menor disponibilidade; compactação do solo (diminuição do O₂); teor naturalmente reduzido no solo.

Sintomas de deficiência: crescimento reduzido ou nanismo; folhas verde-escuras ou podem apresentar coloração avermelhada, inicialmente nas mais velhas; manchas pardas, arroxeadas ou necróticas; secamento de folhas mais velhas; menor perfilhamento em cereais.

Fontes	Teor mínimo				
	Fertilizante	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% Outros nutrientes
Ácido fosfórico	–	40	–	–	–
Farinha de osso calcinado	–	18	–	–	–
Farinha de osso autoclavado	1	9	–	–	–
Fosfatado acidulado sulfúrico	–	15	–	15 (Ca); 10 (S)	–
Fosfatado acidulado fosfórico	–	36	–	10 (Ca)	–
Fosfato diamônico (DAP)	17	45	–	–	–
Fosfato diamônico cristal (DAP cristal)	19	50	–	–	–
Fosfato monoamônico (MAP)	9	48	–	–	–
Fosfato monoamônico cristal (MAP cristal)	11	60	–	–	–
Fosfato monopotássico	–	51	33	–	–
Fosfato natural	–	5	–	–	–
Fosfato parcialmente acidulado	–	20	–	–	–
Fosfato precipitado	–	7	–	12 (Ca)	–
Fosfato natural reativo	–	27	–	28 (Ca)	–
Fosfato tripotássio	–	32	64	–	–
Fosfato calcinado	–	18	–	–	–
Fosfossulfato de amônio	13	20	–	12 (S)	–
Fosfitos (diversos)	–	–	–	–	–
Multifosfato magnesiano	–	18	–	8 (Ca); 3 (Mg); 6 (S)	–
Nitrofosfato	14	18	–	6 (Ca)	–
Superfosfato duplo	–	28	–	16 (Ca); 5 (S)	–
Superfosfato simples	–	18	–	16 (Ca); 10 (S)	–
Superfosfato simples amoniado	1	14	–	14 (Ca); 6 (S)	–
Superfosfato triplo	–	41	–	10 (Ca)	–
Superfosfato triplo amoniado	–	38	–	8 (Ca)	–
Termofosfato magnesiano	–	17	–	16 (Ca); 4 (Mg); 8 (Si)	–
Termofosfato magnesiano potássico	–	12	3	16 (Ca); 4 (Mg); 8 (Si)	–
Termo-superfosfato	–	18	–	10 (Ca); 1 (Mg); 2 (S); 8 (Si)	–
Tetrapotássio difosfato	–	42	54	–	–
Ureia-superfosfato	–	43	–	–	–



Deficiência de fósforo em pinhão-manso (a) e sorgo-sacarino (b).

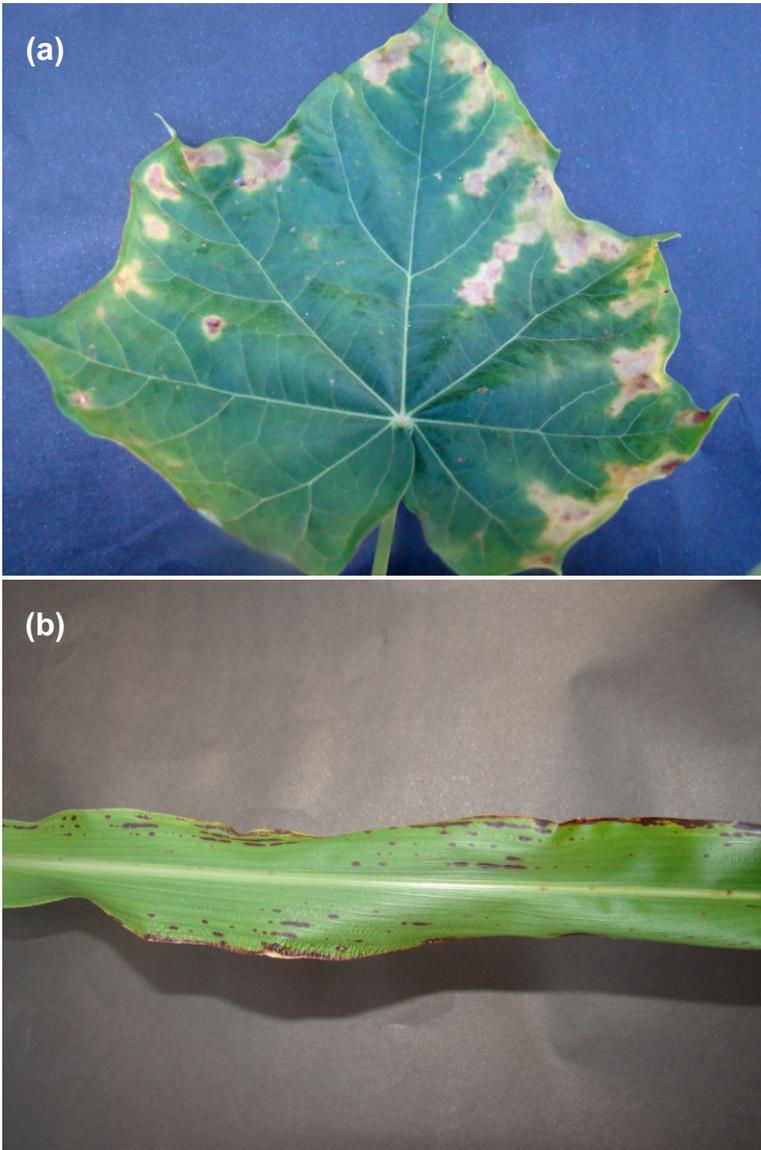
3 Potássio

Função: participa de muitas reações enzimáticas, ajuda a manter o teor de água nas células.

Causas de deficiência: solos naturalmente pobres; solos arenosos; solos ácidos; solos com baixa CTC ou orgânicos; períodos secos, adubação pesada com adubos nitrogenados com NH_4 ; chorume ou calagem, dependendo do teor de K no solo; baixa relação K:Mg; lixiviação; calagem excessiva.

Sintomas de deficiência: manchas e pontuações, inicialmente cloróticas e depois necróticas, começando nas margens de folhas mais velhas. Posteriormente, pode ocorrer murchamento.

Fontes	Teor mínimo				
	Fertilizante	% N	% P_2O_5	% K_2O	% Outros nutrientes
Acetato de potássio	–	–	38	–	–
Citrato de potássio	–	–	42	–	–
Carbonato de potássio	–	–	66	–	–
Citrato de potássio	–	–	42	–	–
Cloreto de potássio	–	–	50	–	–
Fosfato monopotássico	–	51	33	–	–
Fosfato tripotássio	–	32	64	–	–
Fosfito de potássio	–	–	20	–	–
Nitrato de potássio	12	–	44	–	–
Nitrato duplo de sódio e potássio	14	–	8	–	–
Silicato de potássio – fluido	–	–	10	–	10 (Si)
Sulfato de potássio	–	–	48	–	15 (S)
Sulfato de potássio e magnésio	–	–	20	–	10 (Mg); 20 (S)
Sulfato de potássio, cálcio e magnésio	–	–	14	–	12 (Ca); 3 (Mg), 19 (S)
Termofosfato magnésiano potássico	–	12	3	–	16 (Ca); 4 (Mg); 8 (Si)
Tetrapotássio difosfato	–	42	54	–	–
Tiosulfato de potássio	–	–	25	–	17 (S)



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho

Deficiência de potássio em pinhão-mansó (a) e sorgo-sacarino (b).

4 Cálcio

Função: é constituinte da parede celular, participa de algumas reações enzimáticas.

Causas da deficiência: solos pobres devido à acidez elevada; seca; concentrações muito elevadas de K e ou Mg no solo.

Sintomas de deficiência: necrose, enrolamento e deformação de folhas mais novas. Murchamento e morte das gemas apicais (brotos ou botões iniciais de crescimento).

Fontes	Teor mínimo			
	% Ca	% N	% P ₂ O ₅	% Outros nutrientes
Carbonato de cálcio	32	–	–	–
Carbonato de cálcio e magnésio	18	–	–	3 (Mg)
Cianamida de cálcio	26	18	–	–
Cloreto de cálcio	24	–	–	–
Fosfatado acidulado fosfórico	10	–	36	–
Fosfato parcialmente acidulado	16	–	20	–
Fosfato precipitado	12	–	7	–
Fosfato natural reativo	28	–	27	–
Fosfito de cálcio	5	–	–	–
Hidróxido de cálcio	48	–	–	–
Hidróxido de cálcio e magnésio	24	–	–	4 (Mg)
Nitrato de cálcio	16	14	–	–
Óxido de cálcio	64	–	–	–
Óxido de cálcio e magnésio	32	–	–	6 (Mg)
Silicato de cálcio	29	–	–	20 (Si)
Silicato de cálcio e magnésio	7	–	–	1 (Mg); 10 (Si)
Sulfato de cálcio	16	–	–	13 (Si)
Superfosfato duplo	16	–	28	5 (S)
Superfosfato simples	16	–	18	10 (S)
Superfosfato simples amoniado	14	1	14	6 (S)
Superfosfato triplo	10	–	41	–
Superfosfato triplo amoniado	8	1	38	–
Termofosfato magnesiano	16	–	17	4 (Mg); 8 (Si)
Termofosfato magnesiano potássico	16	–	12	3 (K ₂ O); 4 (Mg); 8 (Si)
Termo-superfosfato	10	–	18	1 (Mg); 2 (S); 1 (Si)



Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Deficiência de cálcio em pinhão-manso (a) e sorgo-sacarino (b).

5 Magnésio

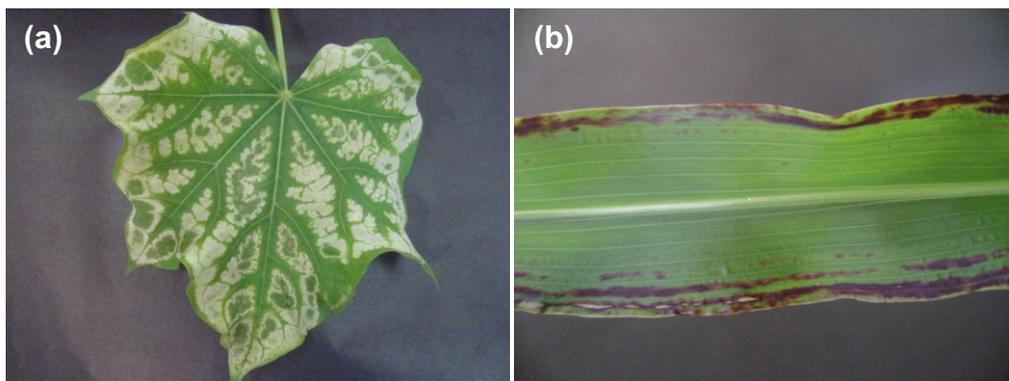
Função: molécula central da clorofila, participa de muitas reações enzimáticas.

Causas da deficiência: solos pobres; solos ácidos; solos arenosos; solos altamente lixiviáveis e com baixa CTC; alto teor de Al; solos argilosos com baixo teor de Mg e com aplicação de altas doses de calcário calcítico; alta relação Ca:Mg; adubação potássica pesada.

Sintomas de deficiência: clorose (amarelecimento) entre as nervuras, que pode levar à necrose, inicialmente em folhas mais velhas.

Fontes	Teor mínimo		
	Fertilizante	% Mg	% Outros nutrientes
Carbonato de magnésio	25	–	–
Cloreto de magnésio	10	–	–
Fosfito de magnésio	3	–	–
Hidróxido de magnésio	35	–	–
Óxido de magnésio	45	–	–
Silicato de magnésio	21	24 (Si)	
Sulfato de magnésio	9	11 (S);	
Sulfato de potássio e magnésio	10	20 (K ₂ O); 20 (S)	

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Deficiência de magnésio em pinhão-manso (a) e sorgo-sacarino (b).

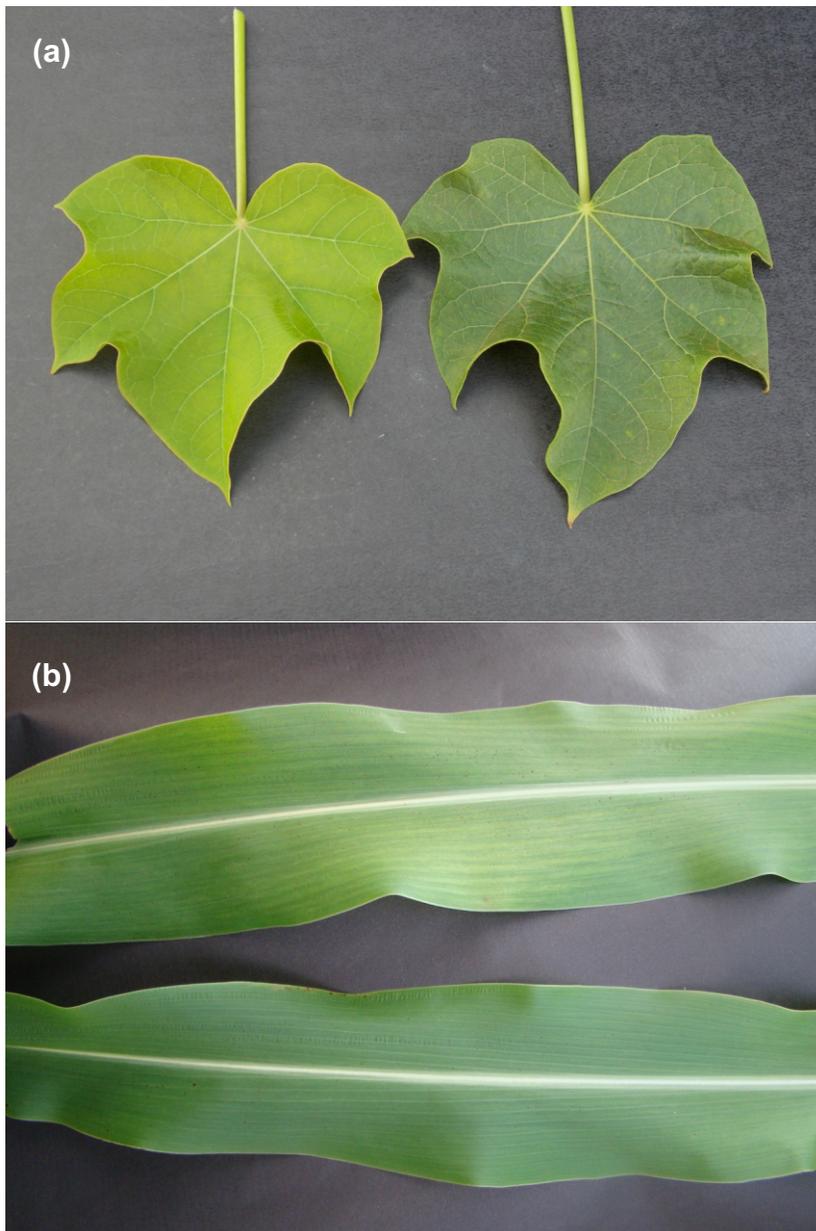
6 Enxofre

Função: componente de alguns aminoácidos e enzimas.

Causas da deficiência: uso esporádico de fertilizantes contendo S; áreas remotas sem emissão de dióxido de S na atmosfera, mas com cultivo intenso; pouca matéria orgânica; acidez; lixiviação; estiagens prolongadas; cultivos intensivos com aplicação de adubos concentrados, sem S.

Sintomas de deficiência: amarelecimento geral das folhas, principalmente nas mais novas.

Fontes	Teor mínimo					
	Fertilizante	% S	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% Outros nutrientes
Enxofre elementar	95	–	–	–	–	–
Enxofre granulado	90	–	–	–	–	–
Fosfatado acidulado sulfúrico	10	–	15	–	–	15 (Ca)
Fosfossulfato de amônio	12	13	20	–	–	–
Multifosfato magnésiano	6	–	18	–	–	8 (Ca); 3 (Mg)
Sulfato de amônio	22	20	–	–	–	–
Sulfato de cálcio	13	–	–	–	–	16 (Ca)
Sulfato de magnésio	11	–	–	–	–	9 (Mg)
Sulfato de potássio	15	–	–	48	–	–
Sulfato de potássio e magnésio	20	–	–	20	–	10 (Mg)
Sulfato de potássio, cálcio e magnésio	19	–	–	14	–	12 (Ca); 3 (Mg);
Sulfonitrato de amônio	12	25	–	–	–	–
Sulfonitrato de amônio e magnésio	10	19	–	–	–	3,5 (Mg)
Superfosfato duplo	5	–	28	–	–	16 (Ca)
Superfosfato simples	10	–	18	–	–	16 (Ca)
Superfosfato simples amoniado	6	1	14	–	–	14 (Ca)
Tiosulfato de amônio	25	11	–	–	–	–
Tiosulfato de cálcio	10	–	–	–	–	6 (Ca)
Tiosulfato de potássio	17	–	–	25	–	–



Deficiência de enxofre em pinhão-manso (a) e sorgo-sacarino (b).

7 Boro

Função: participa do desenvolvimento de tecidos jovens; está envolvido no transporte de açúcares, síntese de RNA e na integridade de membranas e paredes celulares.

Causas da deficiência: solos naturalmente pobres em B; solos arenosos em regiões com alta precipitação; solos ácidos corrigidos com altas doses de calcário; presença de altas concentrações de hidróxidos de Fe e Al; pouca matéria orgânica (húmus impede ou reduz a lixiviação do B através do perfil do solo); períodos secos; lixiviação.

Sintomas de deficiência: clorose e necrose dos pontos de crescimento, incluindo folhas mais novas e brotações. Folhas novas deformadas.

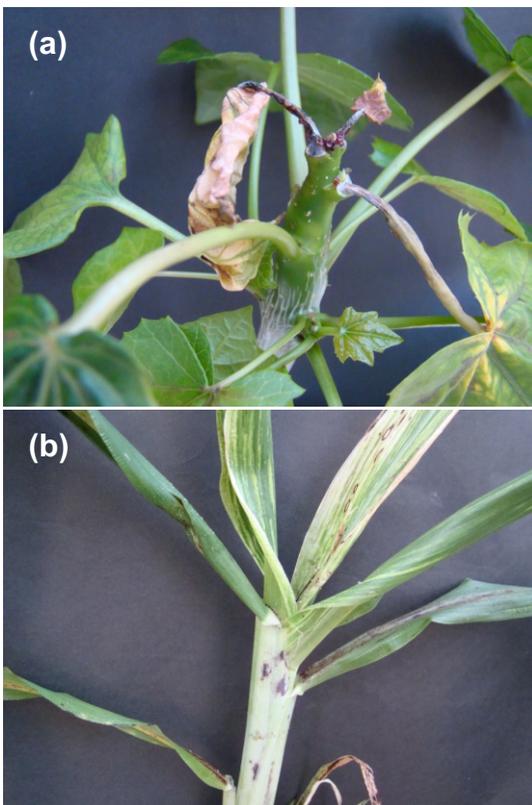
Causas da toxidez: mais comum em regiões áridas e semiáridas e em solos de origem marinha; uso de água de irrigação com alto teor em B; utilização excessiva de composto orgânico de origem urbana; aplicações contínuas ou excessivas de fertilizantes contendo B; uso exagerado de cinzas de carvão (lignita).

Sintomas de toxidez: clorose internerval, necrose ou queima das margens de folhas, inicialmente nas mais velhas, enrugamento ou ondulação da folha.

Correção da toxidez: a toxidez em solos com níveis elevados de B, mas com pH baixo, pode ser evitada por meio da calagem. Entretanto, em solos salinos de regiões áridas e semiáridas, a remoção ou decréscimo do B só é possível por meio da lixiviação com irrigação pesada.

Fontes	Teor mínimo	
	% B	% Outros nutrientes
Ácido bórico	17	–
Borato de zinco	14	29 (Zn)
Bórax	10	–
Hidroboracita	7	–
Octaborato de sódio	20	–
Octaborato de potássio	19	18 (K ₂ O)
Pentaborato de sódio	18	–
Quelato de boro	8	–
Ulexita	8	–

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Deficiência de boro em pinhão-manso (a) e sorgo-sacarino (b).

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



Toxidez de boro em sorgo-sacarino.

8 Cobre

Função: participa em reações enzimáticas e faz parte da proteína plastocianina.

Causas da deficiência: teor elevado de matéria orgânica (maior parte do Cu está fortemente ligada a substâncias orgânicas – húmus, ácidos fúlvico e húmico); correção do solo ou altas doses de P ou K podem induzir ou aumentar a deficiência de Cu, se o teor deste já for baixo; altos níveis de metais catiônicos (Cr, Fe, Mn, Ni e Zn) podem prejudicar a absorção de Cu; solos naturalmente pobres.

Sintomas de deficiência: clorose e enrolamento de folhas mais novas.

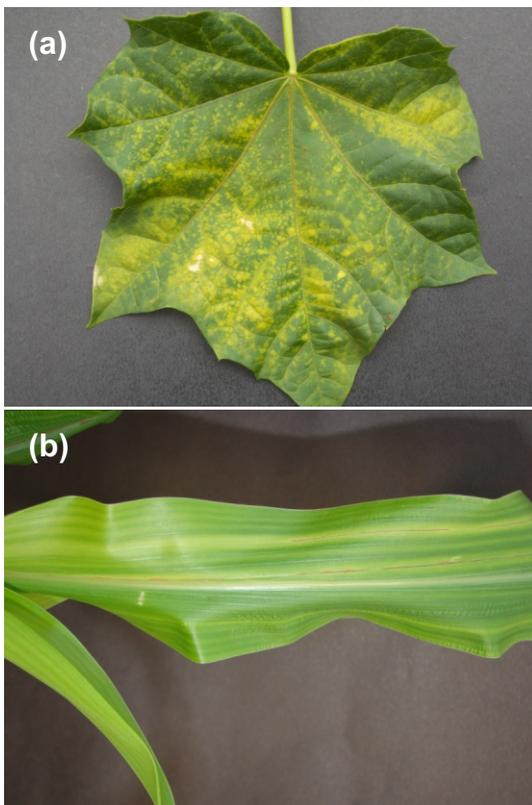
Causas da toxidez: uso excessivo e constante de fungicidas contendo Cu; compostagem feita de lodo de esgoto e lixo urbano; estrume ou chorume oriundos da criação de aves e suínos que recebem dieta rica em Cu; acidificação de solos com alto teor de Cu.

Sintomas de toxidez: clorose e necrose a partir da ponta e margens de folhas mais velhas; folhas novas com coloração verde mais escura; deficiência induzida de Fe; raízes mais escuras.

Correção da toxidez: aplicações elevadas de material orgânico compostado, adubos fosfatados e corretivos de solo (calcário e escória de siderurgia) podem diminuir ou eliminar os efeitos deletérios de altas concentrações de Cu no solo.

Fontes	Teor mínimo	
	% Cu	% Outros nutrientes
Carbonato de cobre	48	–
Cloreto cúprico	20	–
Fosfato cúprico amoniacal	32	34 (P ₂ O ₅); 5 (N)
Fosfito de cobre	3	–
Nitrato de cobre	22	9 (N)
Óxido cúprico	70	–
Óxido cuproso	80	–
Quelato de cobre	5	–
Sulfato de cobre	24	11 (S)

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Deficiência de cobre em pinhão-mansão (a) e sorgo-sacarino (b).

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



Toxidez de cobre em sorgo-sacarino.

9 Ferro

Função: faz parte de inúmeras reações enzimáticas, como ativador ou constituinte de proteínas; está envolvido na produção de clorofila.

Causas da deficiência: solos que recebem altas doses de calcário ou P; pH acima de 6,5; solos alagados ou compactados (deficiência de O_2 e inibição do Fe^{+3}); teor de matéria orgânica muito baixo (baixo teor de substâncias húmicas ligadas ao Fe) ou muito alto (Fe ligado a compostos húmicos pouco solúveis ou insolúveis); solos que recebem lodo de esgoto ou lixo compostado.

Sintomas de deficiência: clorose entre as nervuras, no início em folhas mais novas. Em casos extremos, pode ocorrer branqueamento foliar.

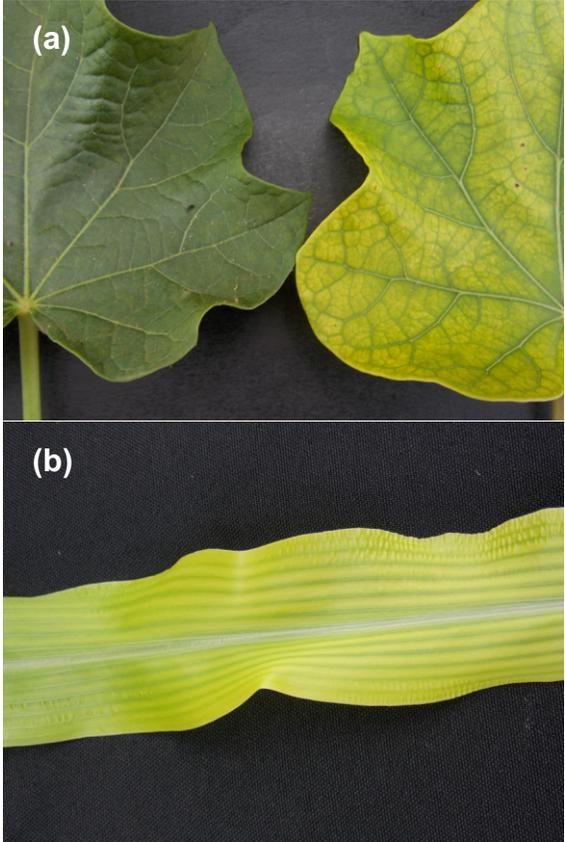
Causas da toxidez: na prática, a toxidez é rara, exceto em áreas alagadas, como no caso do arroz irrigado. Os sintomas são mais pronunciados quando valores de pH do solo são baixos e com alto teor de Fe.

Sintomas de toxidez: manchas necróticas e ou coloração verde-escura nas folhas.

Correção da toxidez: a toxidez pode ser minimizada com adubação pesada de potássio, que reduz a absorção de Fe^{+2} pelas raízes das plantas.

Fontes	Teor mínimo	
	% Fe	% Outros nutrientes
Carbonato de ferro	41	–
Cloreto férrico	15	–
Cloreto ferroso	23	–
Fosfato ferroso amoniacal	29	36 (P_2O_5); 5 (N)
Fosfito de ferro	4	–
Nitrato férrico	11	8 (N)
Quelato de ferro	5	–
Sulfato férrico	23	18 (S)
Sulfato ferroso	19	10 (S)

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Deficiência de ferro em pinhão-manso (a) e sorgo-sacarino (b).

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



10 Manganês

Função: ativador de muitas enzimas, participa da fotossíntese.

Causas da deficiência: pH elevado, o que é relativamente comum acima de 6,5; altas doses de calcário; períodos secos em solos com teores marginais de Mn; aplicações pesadas de húmus, principalmente com estiagens prolongadas.

Sintomas de deficiência: clorose entre as nervuras, a princípio em folhas mais novas. Pode haver manchas necróticas foliares. Ao contrário da deficiência de Fe, a região verde ao redor da clorose é mais grossa.

Causas da toxidez: solos ácidos com pH abaixo de 5,5; condições que levam à falta de O₂, como solos com baixa drenagem ou compactados (liberação de cátions Mn⁺²); altas temperaturas do solo; esterilização de solo (principalmente com baixos níveis de Fe) com vapor d'água, geralmente em cultivos de estufa; chuva ácida.

Sintomas de toxidez: deficiência induzida de Fe; clorose, manchas necróticas e ou encarquilhamento; deformação ou enrolamento de folhas, iniciando-se nas mais velhas.

Correção da toxidez: a disponibilidade de Mn⁺² no solo e sua absorção pelas plantas podem ser reduzidas por meio de calagem, ou mesmo pela fertilização com grandes quantidades de P ou matéria orgânica.

Fontes	Teor mínimo	
	% Mn	% Outros nutrientes
Acetato de manganês	25	–
Carbonato de manganês	40	–
Cloreto de manganês	25	–
Fosfito de manganês	8	–
Nitrato de manganês	16	8 (N)
Óxido manganoso	50	–
Quelato de manganês	5	–
Sulfato de manganês	26	16 (S)

Fotos: Oscar Fontão de Lima Filho



Deficiência de manganês em pinhão-manso (a) e sorgo-sacarino (b).

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



Toxidez de manganês em sorgo-sacarino.

11 Zinco

Função: constituinte ou ativador de muitas enzimas.

Causas da deficiência: pH elevado, principalmente entre 6,5 e 8,0 (calagem excessiva); solos ácidos, arenosos ou siltosos com baixo teor de Zn; após adubação pesada com P ou matéria orgânica de decomposição lenta; áreas onde a camada superficial do solo foi retirada, pois o Zn apresenta teores mais elevados na camada inicial do solo.

Sintomas de deficiência: folhas novas pequenas, com clorose internerval e encurtamento dos internódios, formando tufos de folhas (roseta), plantas anãs.

Causas da toxidez: raramente ocorre na prática; solos ácidos aumentam a biodisponibilidade do Zn; uso contínuo de lodo de esgoto ou lixo urbano no solo pode aumentar o nível desse elemento acima dos limites permissíveis; áreas que recebem esterco líquido de suínos tendem a acumular Zn, pois os animais normalmente recebem uma dieta rica nesse elemento, para prevenção da paraqueratose; solos em áreas próximas de minas de Zn e também de rodovias tendem a apresentar níveis altos desse elemento.

Sintomas de toxidez: deficiência induzida de Fe, clorose, necrose, deformação de folhas.

Correção da toxidez: em solos ácidos, a toxidez de Zn pode ser evitada com a prática da calagem. Apesar do efeito menor em relação aos corretivos, fertilizantes fosfatados e orgânicos também podem diminuir a toxicidade de Zn nas plantas, devido aos níveis elevados que porventura ocorram no solo.

Fontes	Teor mínimo	
	% Zn	% Outros nutrientes
Acetato de zinco	28	–
Borato de zinco	29	14 (B)
Carbonato de zinco	49	–
Cloreto de zinco	24	–
Fosfito de zinco	8	–
Nitrato de zinco	18	8 (N)
Óxido de zinco	72	–
Quelato de zinco	7	–
Sulfato de zinco	20	9 (S)

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



Deficiência de zinco em sorgo-sacarino.

Foto: Oscar Fontão de Lima Filho



Toxidez de zinco em sorgo-sacarino

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/fale-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 Dinnys Roese, Christiane
 Rodrigues Congro Comas, Eder Comunello,
 Luis 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

Fotos/ilustração da capa
Oscar Fontão de Lima Filho

CGPE 15941