

Manaus, AM / Novembro, 2024

Chave de identificação visual dos sintomas de deficiência nutricional do cupuaçuzeiro

Adônis Moreira⁽¹⁾, Luadir Gasparotto⁽²⁾, Mirza Carla de Souza Normando⁽²⁾ e Larissa Alexandra Cardoso Moraes⁽¹⁾⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Soja, Londrina, PR. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Introdução

A maioria dos solos da Amazônia Ocidental são ácidos, com baixa fertilidade natural (Moreira; Fageria, 2009) e predominância de Latossolos e Argissolos altamente intemperizados (Moreira; Fageria, 2008). Plantas cultivadas nessas condições edafoclimáticas, como o cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex. Spreng) Schum.], de alto interesse econômico para a região, têm apresentado declínio em área cultivada, entre outros fatores, devido à diminuição da fertilidade do solo e à falta de um programa de manejo adequado de adubação e calagem para a cultura, com as plantas expressando sintomas visuais de deficiência nutricional (Frazão; Viégas, 2006; Wadt et al., 2012).

O estado nutricional pode ser avaliado por diagnose visual dos sintomas e análise foliar de macro e micronutrientes (Malavolta, 1992). Trata-se de um método rápido de identificação dos sintomas de deficiências ou excessos nutricionais. No entanto, esse método necessita de experiência individual para identificação e interpretação de sintomas similares àqueles observados nos ataques de pragas e patógenos, em déficit hídrico, fitotoxicidade de produtos químicos, como

o glifosato, além de problemas físicos do solo, como compactação e má-drenagem (Moreira et al., 2024).

A identificação visual dos sintomas é um método prático e eficiente, mas apresenta desvantagem (Salvador et al., 1994, 1998). Quando os sintomas são visualizados, uma série de distúrbios metabólicos e fisiológicos já ocorreram na planta e a produção já estará comprometida (Malavolta, 1992).

O uso da diagnose visual nos plantios se torna difícil quando ocorrem múltiplas deficiências dos nutrientes, havendo, nesse caso, a necessidade de recorrer às análises foliares para certificar quais são as deficiências que realmente estão ocorrendo (Silveira et al., 2016). Na Figura 1 é apresentada, de forma geral, a mobilidade dos nutrientes essenciais e benéficos: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn), e a posição deles nas plantas onde normalmente expressam os sintomas de deficiência.

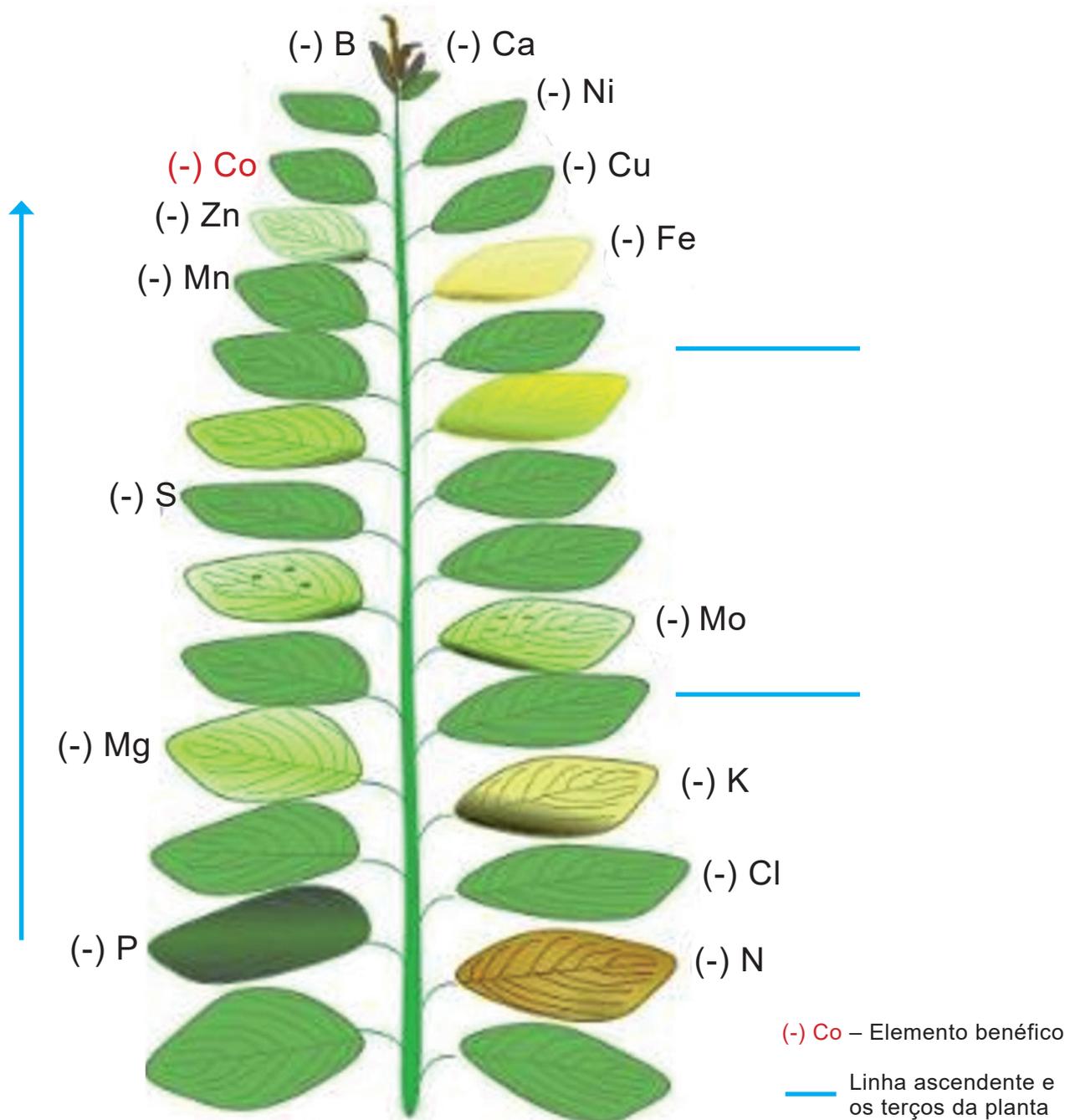


Figura 1. Esquema da posição de surgimento dos sintomas de deficiência nutricional em função da mobilidade dos nutrientes em todas as espécies de plantas, inclusive o cupuaçuzeiro.

Ilustração: Adônis Moreira.

Fonte: Moreira et al. (2024).

Chave de identificação dos sintomas de deficiência

A chave de identificação tem a função de auxiliar na interpretação de quais nutrientes estão sendo limitantes. Algumas características visuais dos sintomas de deficiência estão descritas em Salvador et al. (1994, 1998) e Silveira et al. (2016).

A. Os sintomas surgem inicialmente ou são mais severos nas folhas mais velhas

A.1. Clorose (folhas velhas)

A.1.1. Folhas com manchas cloróticas generalizadas ao longo de todo o limbo, com tonalidade amarela (ausência de clorofila) e tamanho e crescimento reduzido em relação à folha normal. Pontuações

necróticas na zona apical e bordos do limbo nas folhas mais velhas (Figura 2).....**N**

A.1.2. No caso de deficiência severa, as folhas apresentam necrose nas bordas e uma tonalidade verde nas nervuras (“V invertido”), e casos mais severos de deficiência podem estar associados ao excesso de aplicação de Ca e/ou Mg. O número de folhas e a área foliar são reduzidos (Figura 3).....**K**

A.1.3. Folhas com manchas amarelas próximas da nervura central (reticulado grosso) se estendendo até as margens em casos de sintomas mais severos e podem aparecer simultaneamente com a deficiência de outros nutrientes, como o K (Figura 4)..... **Mg**

A.2. Coloração verde-escura (folhas velhas)

A.2.1. No início da deficiência, as folhas ficam com uma tonalidade mais escura seguida de desfolha precoce com folhas de tamanho reduzido. Em casos mais severos, as folhas mais jovens apresentam

tonalidade verde pálida seguida de necrose da ponta e estreitamento do limbo. Formação exagerada de gemas folhíferas apicais e laterais dormentes (Figura 5).....**P**

B. Os sintomas surgem inicialmente nos órgãos mais novos

B.1. Clorose das folhas novas

B.1.1. As folhas apresentam nervuras mais escuras (reticulado fino), coloração ligeiramente verde e, em casos mais severos, pode ocorrer o branqueamento generalizado das folhas (Figura 6).....**Fe**

B.1.2. Coloração verde das nervuras internervais com aspecto estriado, podendo ocasionar áreas cloróticas, permanecendo as nervuras e tecidos adjacentes com coloração verde-escura (reticulado grosso). Não ocorre redução no tamanho das folhas e da planta (Figura 7).....**Mn**



Fotos: Felipe Rosa

Figura 2. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de nitrogênio (N).



Fotos: Felipe Rosa (A e B) e Luadir Gasparotto (C)

Figura 3. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de potássio (K).



Figura 4. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de magnésio (Mg).

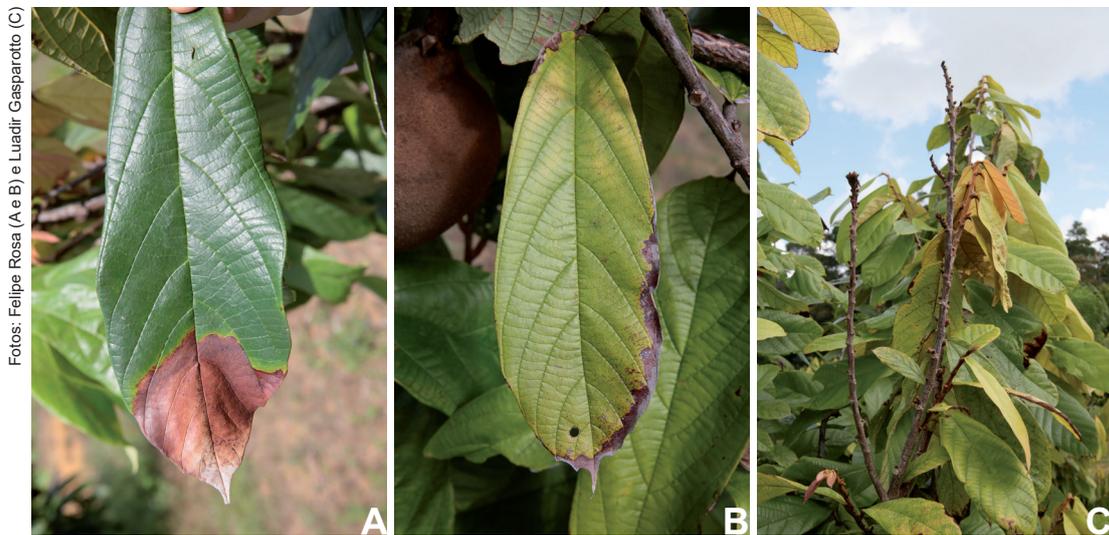
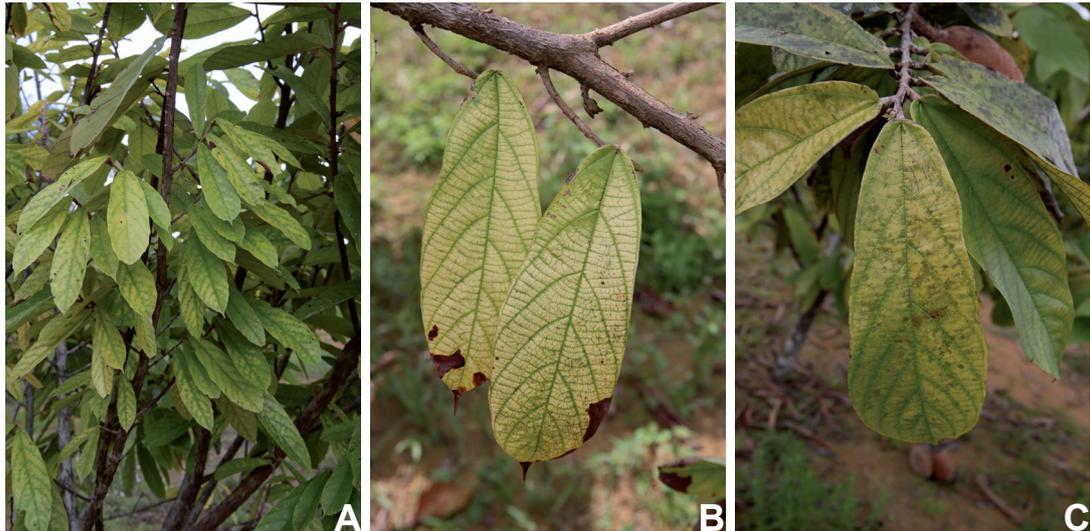


Figura 5. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de fósforo (P).



Figura 6. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de ferro (Fe).



Fotos: Felipe Rosa

Figura 7. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de manganês (Mn).

.1.3. Folhas com amarelecimento generalizado de tonalidade brilhante de toda a lâmina foliar, ocorrendo, às vezes, redução de tamanho das folhas. Há formação de gemas dormentes nos ponteiros e paralisação do crescimento (Figura 8).....**S**

B.2. Deformação das folhas novas

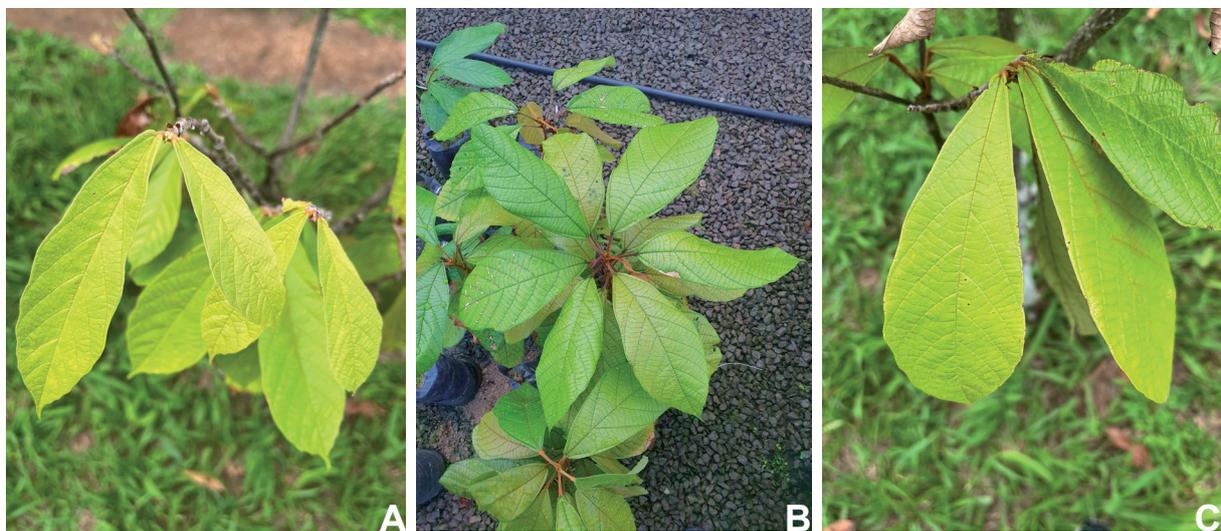
B.2.1. Folhas pequenas, compridas ou lanceoladas com ondulações marginais e limbo em forma de foice curvando o final da folha para dentro e nervuras mais escuras e internódios curtos dos galhos. Nos sintomas avançados, ocorre clorose entre as nervuras (Figura 9).....**Zn**

B.2.2. Morte das gemas apicais, brotação das gemas laterais e formação de protuberância na base das gemas laterais

B.2.2.1. Folhas encarquilhadas com nervuras normais, superbrotamento, amarelecimento das folhas e morte dos ponteiros. Aparecimento de pontos necróticos nas margens e nas ponta das folhas mais velhas (Figura 10).....**Cu**

B.2.2.2. As plantas apresentam nervuras salientes nas folhas, morte dos ápices no estágio mais avançado (“morte do ponteiro”), presença de rachaduras e folhas grossas. Ocorre engrossamento do caule (Figura 11).....**B**

B.2.3. As plantas apresentam a morte das gemas, folhas pequenas e encarquilhadas com clorose e necrose das pontas e margens das folhas com queda prematura e paralisação do crescimento (Figura 12).....**Ca**



Fotos: Lucdir Gasparotto

Figura 8. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de enxofre (S).



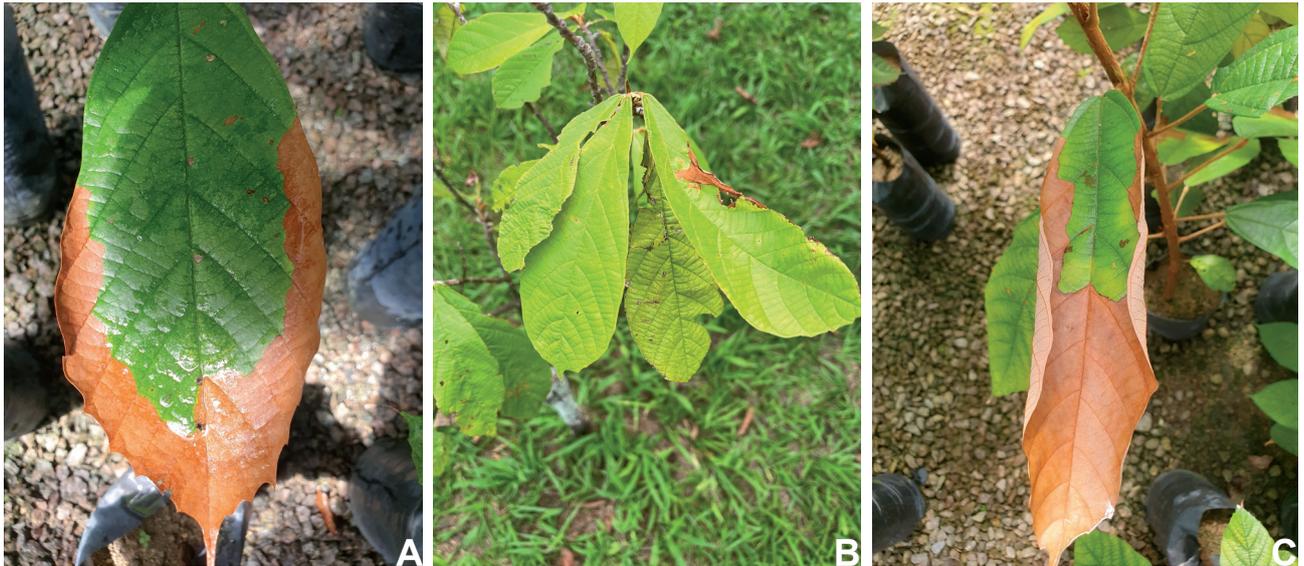
Figura 9. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de zinco (Zn).



Figura 10. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de cobre (Cu).



Figura 11. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de boro (B).



Fotos: Luadir Gasparotto

Figura 12. Folhas (A, B e C) com sintomas de deficiência de cálcio (Ca).

Local de coleta das folhas e faixa de interpretação dos nutrientes

As folhas utilizadas para interpretação do estado nutricional do plantio devem ser coletadas, aleatoriamente, de 20 plantas de um talhão uniforme, com terceira e quarta folhas completamente formadas a partir do ápice do ramo (Malavolta, 1992; Figueiredo et al., 2000), situadas no terço médio das plantas, preferencialmente dos quatro pontos cardeais

(Figura 13) para melhor uniformidade da amostragem (Oliveira et al., 1994). As folhas coletadas em cada talhão formarão uma amostra composta, que deve ser acondicionada em sacos de papel limpos, com anotação das informações referentes ao talhão (local, cultivar, idade das plantas, relevo, tipo de solo). Não utilizar sacos com contaminantes, como restos de plantas, terra, fertilizantes e corretivos, os quais interferem nos resultados da análise foliar.

Foto: Luadir Gasparotto

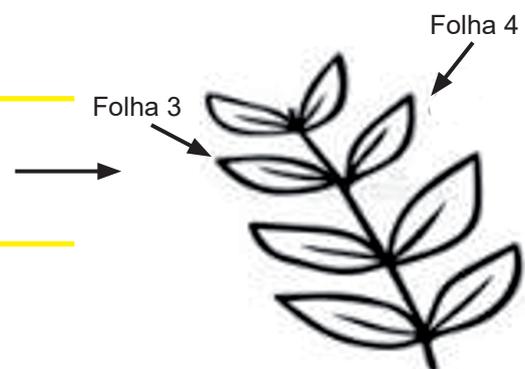


Figura 13. Faixa da copa do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), recomendada para coleta das folhas para análise do teor de nutrientes.

Ilustração: Adônis Moreira.

Na interpretação dos resultados da análise foliar, utilizar as faixas de interpretação descritas na Tabela 1, com teores médios considerados adequados ou deficientes para diferentes clones de cupuaçuzeiro.

A partir da comparação dos resultados, deve-se avaliar quais nutrientes estão limitando, ou não, a produção.

Tabela 1. Faixas de interpretação dos teores de nutrientes do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), obtidas em vários estudos em diferentes condições edafoclimáticas.

Nutriente	Teor	
	Adequado	Deficiente
(g kg ⁻¹)		
Nitrogênio	17,2 ± 3,7	10,7 ± 2,5
Fósforo	1,5 ± 0,4	0,5 ± 0,2
Potássio	12,7 ± 3,1	6,1 ± 2,3
Cálcio	9,4 ± 2,8	2,2 ± 1,5
Magnésio	5, ± 1,0	1,7 ± 0,5
Enxofre	4,7 ± 1,3	1,5 ± 0,8
(mg kg ⁻¹)		
Boro	47,7 ± 10,9	25,1 ± 6,3
Cobre	16,8 ± 5,8	6,5 ± 1,3
Ferro	46,5 – 125,0	< 46,5
Manganês	52,0 – 298,0	< 52,0
Zinco	33,6 ± 10,1	11,3 ± 6,3

Fontes: Adaptado de Salvador et al. (1994, 1998), Dias et al. (2010a, 2010b) e Wadt et al. (2012).

Considerações finais

As análises visuais e foliares, no cultivo do cupuaçuzeiro, são ferramentas importantes para quantificar com maior precisão o estado nutricional das plantas. Esses dois métodos são complementares e auxiliam os produtores na implantação de um programa de adubação mais eficiente para que as plantas possam expressar todo o potencial produtivo.

As ações implementadas neste trabalho possuem alinhamento com os seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030: 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura, 12 – Consumo e Produção Responsáveis e 15 – Vida Terrestre.

Referências

DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; SILVA, L. M.; LEMOS, C. O.; WADT, P. G. S. Normas DRIS para cupuaçuzeiro cultivado em monocultivo e em sistemas

agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 1, p. 64-71, 2010a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000100009>.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; SAMPAIO, F. A. R.; PITTELKOW, F. K.; MIOTTI, A. A.; ROSA, M. R. Estabelecimento de normas DRIS para o cupuaçuzeiro na região amazônica. **Revista Caatinga**, v. 23, p. 121-128, 2010b.

FIGUEIREDO, N. N.; CRAVO, M. S.; MACÊDO, J. L. V. Definição da época de amostragem e da idade da folha para diagnose do estado nutricional do cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex. Spreng) Schum.] na Amazônia Ocidental. **Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1-2, p. 71-88, 2000.

FRAZÃO, D. A. C.; VIÉGAS, I. J. M. **Cupuaçuzeiro: nutrição, calagem e adubação**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 6 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular técnica, 43).

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124 p.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Potential of Brazilian Amazon soils for food and fiber productions. **Dynamic Soil, Dynamic Plants**, v. 2, p. 82-88, 2008.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, p. 2912-2925, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103620903175371>.

MOREIRA, A.; SALVADOR, J. O.; MORAES, L. A. C. **Manual prático de agronomia**. Londrina: Edição dos Autores, 2024. 51 p.

OLIVEIRA, J. P.; CARVALHO, J. G.; MALAVOLTA, E.; PAULA, M. B.; SOUZA, M.; GUILHERME, L. R. G. Diagnose foliar em citros: II. Efeito de cultivares e de quadrantes de coleta de folhas nos teores de micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 587-592, 1994.

SALVADOR, J. O.; ROSSETTO, R.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; MOREIRA, A. Efeito das deficiências

de macro e micronutrientes na composição mineral do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). **Científica**, v. 26, n. 1/2, p. 95-111, 1998.

SALVADOR, J. O.; ROSSETTO, R.; RIBEIRO, G. A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, v. 51, p. 407-414, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161994000300005>.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MUNIZ, M. R. A.; SANTOS, P. S. R.; MOREIRA, A. Deficiências nutricionais em cacaueteiro (*Theobroma cacao*) e cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). **Addubare**, v. 30, p. 17-21, 2016.

WADT, P. G. S.; DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; LEMOS, C. O. Interpretação de índices DRIS para a cultura do cupuaçu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 125-135, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000100014>.

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM-010, Km 29
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970 Manaus, AM
www.embrapa.br/amazonia-ocidental
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Kátia Emídio da Silva*

Secretária-executiva: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Luiz Antônio de Araújo Cruz, Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa e Maria Perpétua Beleza Pereira*

Circular Técnica 91

ISSN 1517-2449 / e-ISSN 2965-7652
Novembro, 2024

Edição executiva: *Maria Perpétua Beleza Pereira*

Revisão de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa* (CRB-11/420)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Publicação digital: PDF



Ministério da
Agricultura e Pecuária

Todos os direitos reservados à Embrapa.