# EFEITOS DA OMISSÃO DE NUTRIENTES NO ESTADO NUTRICIONAL DE PLANTAS JOVENS DE THEOBROMA GRANDIFLORUM

GALVÃO, Jessivaldo Rodrigues[1]; OLIVEIRA Frank de Souza [2]; RESQUE, Evelyn Santos [3] ;FARIAS,Thaysa Helena Alves [4] ; COSTA, Esther Aires[5] SILVA, Karla Wanessa praia [6]

[1]Universidade Federal Rural da Amazônia– Jessigalvao50@gmail.comr; [2] Universidade Federal Rural da Amazônia – frank.oliveira@discente.ufra.edu.br ; [3]Universidade Federal Rural da Amazônia evelynresque@gmail.com; [4] Universidade Federal Rural da Amazônia –thaysafariasagro@gmail.com ; [5] Universidade Federal Rural da Amazônia – estheraires.ufra@gmail.com ; [6] Universidade Federal Rural da Amazônia –karllapraia@gmail.com

## RESUMO

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), uma das frutíferas mais importantes da Amazônia, possui crescente relevância econômica, o que reforça a necessidade de estudos que aprimorem a produção de mudas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de plantas jovens sob omissão de nutrientes. O experimento foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Amazônia Oriental, utilizando Latossolo Amarelo de textura média coletado de 0–20 cm. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e cinco repetições: solução completa (macro e micronutrientes), omissões individuais de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn, além de um controle. As variáveis avaliadas incluíram altura, diâmetro do coleto, número de folhas, área foliar, produção de massa seca (folhas, caules, ramos e raízes), teores de nutrientes e análise foliar, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. De modo geral, a omissão de nutrientes limitou o crescimento das plantas, com destaque para as deficiências de N, P, K, Mg e S, que apresentaram os efeitos mais severos sobre a biometria, afetando também a produção de massa seca total, exceto no caso da omissão de Mg. Observou-se que essas ausências comprometeram diretamente o desenvolvimento vegetativo e a eficiência fisiológica das plantas. Conclui-se que mudas de cupuaçuzeiro cultivadas em Latossolo Amarelo de textura média apresentam elevada demanda por macro e micronutrientes, especialmente N, P, K, Mg, S, B e Zn, sendo tais elementos fundamentais para garantir adequado crescimento, estabilidade nutricional e pleno desempenho fisiológico das plantas.

**Palavras-Chave**:Cupuaçuzeiros, Nutrição, frutos da Amazônia

## INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) Schum.), pertencente à família Malvaceae, é uma das fruteiras de maior importância socioeconômica da Amazônia, ocorrendo naturalmente em áreas de terra firme e várzeas altas, com destaque para diversas regiões do Pará e do Maranhão. Seu cultivo iniciou-se na década de 1970, quando os frutos ainda eram majoritariamente provenientes de populações nativas, mas a crescente demanda impulsionou a expansão agrícola da cultura, resultando atualmente em mais de 30 mil hectares cultivados na Amazônia, sendo aproximadamente 14 mil no Pará. No Amazonas, a cadeia produtiva também se destaca, com milhares de agricultores envolvidos. A polpa do cupuaçu apresenta ampla aceitação no mercado regional, sendo utilizada na produção de sucos, doces e derivados, o que reforça seu potencial para o fortalecimento da fruticultura amazônica.

Com a intensificação do cultivo e a transição do extrativismo para sistemas agrícolas consolidados, ampliou-se a necessidade de produção de mudas de alta qualidade, etapa fundamental para o sucesso da cultura. A eficiência desse processo depende diretamente do manejo nutricional,

especialmente da adubação, que deve ser equilibrada para garantir crescimento vigoroso e sustentabilidade produtiva. Entre as metodologias utilizadas para compreender as exigências nutricionais das plantas, destaca-se o ensaio de omissão de nutrientes, que permite identificar sintomas visuais e fisiológicos associados à deficiência de elementos essenciais, independentemente do tipo de solo. Tais estudos são particularmente relevantes para a região amazônica, cujos solos apresentam elevada diversidade e condições ecológicas específicas.

Diante desse contexto, pesquisas recentes têm buscado caracterizar as demandas nutricionais do cupuaçuzeiro, contribuindo para práticas de manejo mais eficientes e adequadas às condições regionais. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de plantas jovens submetidas à omissão de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B e Zn), identificar os sintomas de deficiência e determinar os teores foliares correspondentes, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre a nutrição da espécie e para a melhoria dos processos de produção de mudas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, sob as coordenadas 01º 27’ 21” S e 48º 30’ 16” W. O clima local é do tipo Af (equatorial úmido), segundo Köppen, caracterizado por elevada umidade relativa (~90%), temperatura média anual de 26 °C e precipitação anual aproximada de 2.754,4 mm, concentrada entre dezembro e maio (Pereira et al., 2017). O solo utilizado como substrato foi classificado como Latossolo Amarelo de textura média, coletado na profundidade de 0–20 cm. O material foi peneirado em malha de 4 mm e caracterizado físico-quimicamente conforme metodologia da Embrapa (Teixeira et al., 2017), apresentando drenagem adequada, boa profundidade e fertilidade natural intermediária.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, composto por 10 tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos incluíram: adubação completa (macro e micronutrientes), omissão individual dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, além das omissões dos micronutrientes B e Zn. As sementes utilizadas pertenciam à progênie 63 de cupuaçuzeiro, selecionada pela Embrapa Amazônia Oriental. Inicialmente, foram semeadas em substrato composto por terra preta e serragem curtida; após atingirem o estádio “palito de dente”, as plântulas foram transplantadas para sacos de polietileno com capacidade de 5 kg (35 × 18 cm; 0,20 mm).

A adubação mineral foi realizada 45 dias após o transplantio, empregando a técnica do elemento faltante (Silva et al., 2008). As doses e fontes dos nutrientes foram definidas com base nas exigências da cultura e nas omissões previstas em cada tratamento. Nitrogênio e potássio foram aplicados em três parcelas: aos 45, 90 e 150 dias após o transplantio. A colheita das plantas ocorreu aos 300 dias, quando foram separadas folhas, pecíolos, caule e raízes. Os materiais foram secos em estufa de circulação forçada a 70 °C até atingirem massa constante e, posteriormente, moídos em moinho tipo Willey para análise dos teores nutricionais.

**Tabela 1.** Doses aplicadas nos tratamentos e suas respectivas fontes.

| Nutriente | Dose | Fonte |
|---|---|---|
| N | 100 mg kg-¹ de solo | Ureia |
| P | 50 mg kg-¹ de solo | Fosfato monossódico |
| K | 90 mg kg-¹ de solo | Cloreto de potássio |
| Ca | 30 mg kg-¹ de solo | Cloreto de cálcio |
| Mg | 30 mg kg-1 de solo | Cloreto de magnésio |
| S | 7,5 mg kg-¹ de solo | Sulfato de sódio |
| B | 1,2 mg kg-¹ de solo | Ácido bórico |
| Cu | 1,0 mg kg-¹ de solo | Sulfato de cobre |
| Mn | 4,0 mg kg-¹ de solo | Sulfato de manganês |
| Zn | 5 mg kg-¹ de solo | Sulfato de zinco |

O crescimento relativo das plantas foi calculado pela relação entre a massa seca total de cada

tratamento e a massa seca total do tratamento completo. A determinação dos teores de macro e micronutrientes seguiu a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Durante o período experimental, os sintomas visuais de deficiência nutricional foram monitorados, descritos e registrados fotograficamente. As variáveis analisadas incluíram altura de planta, diâmetro do coleto, massa seca de folhas, caule + ramos, raízes e massa seca total, além dos teores foliares de macronutrientes e dos micronutrientes B e Zn. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As omissões dos nutrientes limitaram o desenvolvimento das plantas de cupuaçu, em relação ao tratamento completo (Tabela 2).

Tabela 2: Altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas e área foliar em plantas jovens de cupuaçuzeiro em função dos tratamentos com omissão de nutrientes.

| Tratamentos | ALT (cm) * | DC (mm) * | Nº de Folhas* | Área Foliar Total ($cm^2$) * |
|---|---|---|---|---|
| Completo | 75.2 a | 11.8 a | 20.0 a | 6533.55 a |
| Omissão N | 64.2 b | 9.2 c | 12.0 d | 2192.00 c |
| Omissão P | 46.4 d | 9.0 c | 10.5 d | 1192.90 c |
| Omissão K | 41.6 e | 8.2 d | 15.0 c | 2863.00 b |
| Omissão Ca | 54.6 c | 9.6 c | 19.5 a | 3127.82 b |
| Omissão Mg | 43.2 e | 9.0 c | 11.0 d | 2258.40 c |
| Omissão S | 63.8 b | 8.4 d | 9.0 e | 2037.82 c |
| Omissão B | 45.6 d | 10.6 b | 17,5 b | 2741.87 b |
| Omissão Zn | 53.0 c | 10.2 b | 14.0 c | 3077.50 b |
| **Média** | 54.18 | 9.56 | 14.28 | 2891.65 |
| **C.V (%)** | 4.18 | 7.86 | 10.82 | 15.73 |

* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na vertical, não diferem entre si ao nível de significância de 5%, pelo teste de Scott-Knott.

A omissão individual de nutrientes afetou significativamente o crescimento das plantas jovens de cupuaçuzeiro, conforme apresentado na Tabela 1. Para a variável altura de planta (ALT), destacaram-se as omissões de potássio (K) e magnésio (Mg), que resultaram nos menores valores médios (41,6 cm e 43,2 cm, respectivamente), representando reduções de 44,6% e 42,5% em relação ao tratamento completo (75,2 cm). A altura é um indicativo importante da qualidade das mudas, refletindo sua capacidade de estabelecimento no campo. As reduções observadas são coerentes com a literatura, uma vez que o K atua na regulação osmótica, na fotossíntese e no transporte de carboidratos (Zorb et al., 2014; Cavalcante et al., 2018), enquanto o Mg participa diretamente da síntese de clorofila e da transferência de energia nos fotossistemas (Taiz & Zeiger, 2013).

O diâmetro do coleto (DC) também foi reduzido pela omissão de nutrientes, sendo os efeitos mais severos observados nos tratamentos com ausência de K e enxofre (S), que apresentaram decréscimos de 30,5% e 28,8%. O DC é parâmetro diretamente relacionado à robustez da muda e à capacidade de acúmulo de fotoassimilados (Almeida et al., 2005). A redução observada nos tratamentos com omissão de S reforça sua importância na síntese de aminoácidos sulfurados e proteínas, processos essenciais para o desenvolvimento vegetativo (Marschner, 2012; Epstein & Bloom, 2006).

O número de folhas foi altamente sensível à omissão de S, que reduziu essa variável em 50% em comparação ao tratamento completo. A deficiência de enxofre afeta a formação da clorofila e o crescimento foliar, resultando em folhas rígidas, deformadas e em menor quantidade (Barroso et al., 2005). A área foliar total (AFT) foi uma das variáveis mais afetadas, sendo as omissões de P, S, N e Mg as que apresentaram as maiores reduções. A ausência de P reduziu a AFT em 81,7%, seguida pelas omissões de N (66%) e Mg (65%). O fósforo exerce papel essencial na formação de ATP e ácidos nucleicos, atuando nos processos de divisão celular e expansão foliar (Malavolta, 2012). Resultados semelhantes foram observados por Alves et al. (2018) em mudas de cupuaçuzeiro.

A omissão de nitrogênio comprometeu intensamente a taxa assimilatória líquida e a síntese de compostos nitrogenados, impactando diretamente o crescimento foliar (Evans, 1989; Cruz et al., 2007). Já a deficiência de Mg resultou em redução na fotossíntese e no transporte de fotoassimilados, o que explica a expressiva queda na AFT.

O cálcio (Ca), embora tenha apresentado impacto moderado, promoveu reduções em todas as variáveis avaliadas. Freitas (2018) também relatou deformações foliares e limitação no crescimento radicular em mudas de cupuaçuzeiro sob deficiência de Ca, corroborando os achados do presente estudo. A ausência de boro (B) afetou principalmente a altura e a área foliar, devido à sua atuação em tecidos meristemáticos e na divisão celular (Bastos & Carvalho, 2004; Mascarenhas et al., 2014). A omissão de zinco (Zn), embora menos severa, reduziu todas as variáveis, destacando-se a diminuição de 47,1% na área foliar total e o aparecimento de folhas alongadas e estreitas, sintomas clássicos da deficiência desse micronutriente.

Em síntese, as omissões de N, P, K, Mg e S foram as mais prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, evidenciando que esses nutrientes desempenham papéis essenciais no crescimento inicial do cupuaçuzeiro.

## CONCLUSÕES

Os tratamentos com omissões que mais afetam o desenvolvimento mudas de cupuaçuzeiros são, na ordem, P<S<K<N.

As omissões individuais dos macros e micronutrientes N, P, Ca, Mg, S, Zn e B reduzem os teores foliares desses elementos, limitam as variáveis biométricas, além de mostrarem sinais de deficiência visualmente observados.

## REFERÊNCIAS

ADS – Agência de Desenvolvimento Sustentável do Amazonas. Cupuaçu está na safra e é facilmente encontrado nas feiras da ADS. Manaus: ADS, 2023. Disponível em: https://www.ads.am.gov.br/cupuacu-esta-na-safra-e-e-facilmente-encontrado-nas-feiras-da-ads. Acesso em: 30 mar. 2025.

ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de Jacarandá puberula Cham. em viveiro, submetidas a diferentes níveis de luminosidade. Ciência Florestal, v.15, n.3, p.323-329, 2005.

ALVES, T. L., de ALMEIDA, G. M., VIÉGAS, I. D. J. M., de OLIVEIRA, R. L. L., ALVES, R. M., MOREIRA, W. K. O., & da SILVA, B. C. Avaliação biométrica da omissão de nutrientes no desenvolvimento de plantas jovens de cupuaçuzeiro (tHEOBROMA gRANDIFLORUM) progênie 61. II Simpósio de Propagação de Plantas e Produção de Mudas. Água de Lindóia - SP, 2018.

ARAUJO, F. R. R. et al . Nutrient omission effect on growth and nutritional status of assai palm seedlings1. Pesqui. Agropecu. Trop., Goiânia , v. 46, n. 4, p. 374-382, Dec. 2016 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632016000400374&lng=en&nrm=iso>. Access on 10 Aug,2020. http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632016v4640770.

BARRETO, C. F., da SILVA, P. S., NAVROSKI, R., BENATI, J. A., NAVA, G., & ANTUNES, L. E. C. Deficiência de nutrientes com efeitos no desenvolvimento de morangueiros. Scientia Agraria, 18(4),

63-71, 2017.

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. C.; Diagnósticos de deficiências de macronutrientes em mudas de tecas. 2005. R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.671.

BASTOS, A. R. R.; CARVALHO, J. G. Absorção radicular e redistribuição do boro pelas plantas e seu papel na parede celular. Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida, v. 24, n. 2, p. 47–66, 2004.

CAKMAK, I.; YAZICI, A.M. Magnesium: a forgotten elemento in croop production. Better Crops with Plant Food, Norcross, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.

CAVALCANTE, P. B. Frutas comestíveis da Amazônia III. Belém: Museu Paraense Emílio Goeude, (Publicações Avulsas, 25), 1976.

Costa,F. L.A. (2020).Adubação potássica e fosfatada na sucessão cártamo e soja. http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/10418.

CRUZ, C. R. P.; CARVALHO, J. E. B.; SOUZA FILHO, L. F. S.; QUEIROZ, D. C. Níveis de nitrogênio e a taxa fotossintética do mamoeiro “golden”. 2007. Ciência Rural, 37:64-71.

EPSTEIN, E; BLOOM, A. Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. p. 401.

EVANS, J. R. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C3 plants. 1989. Oecologia, 78:09-19.

FINCH, D. A.; BAILEY, W. G.; McARTHUR, L. J. B.; NASITWITWI, M. Photosynthetically active radiation regimes in a southern African savanna environment. Agricultural and Forest Meteorology, v. 122, n. 3-4, p. 229–238, 2004.

FREITAS, Maria Cristiane. Avaliação da fertilidade do latossolo amarelo textura média, para o cultivo de plantas jovens de cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum) progênie 56. Orientador: Ismael de Jesus Matos Viégas. 40 f. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema, PA, 2018

IDAM – Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. Cultivo de cupuaçu na agricultura familiar. Manaus: IDAM, 2021. Disponível em: https://www.idam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/Cupuaçu.pdf. Acesso em: 30 mar. 2025.

JONES Jr., J.B. Distribution of 15 elements in corn leaves.Communications in Soil Science and Plant Analysis,Monticello,New York, 1, p. 27 -34,1970.

LEANDRO, R. C.; YUYAMA, K. Rooting of cutia nut cuttings with indolbutiric acid. Acta Amazonica, v. 38, n. 4, p. 597-601, 2008.

LIMA, M. M. Crescimento, composição mineral e sintomas de deficiência de macronutrientes em plantas de cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum). 2002. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA.

Lima, R. F., Silva,A.O.,Dias, P. H. B., Viegas, I.J.M., Silva, D. A. S. (2018). O cultivo de Aster ericoide cv. renna primeiro corte a partir do substrato de Latossolo Amarelo textura média na região nordeste paraense. In: III Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2018, João Pessoa. III Congresso Internacional das Ciências Agrárias. https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00587.

LOCATELLI, M.; SOUZA, V. F. de; QUISEN, R. C. Estudo do comportamento produtivo do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais. In: I WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DO CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZONIA, 1996, Manaus. Anais. EMBRAPA-CPAA. 1996. p. 158-159. (Documentos, 6).

LOPES, A.S. Manual internacional de fertilidade do solo. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1998. 177p.

LOPES, J. R.M; LUZ, E. D. M. N; BEZERRA, J. L. Situação atual do cupuaçuzeiro no Sul da Bahia. Agrotrópica, Ilhéus, v. 11, n.3,p.183-188, set, 1999.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. Avaliação do estado nutricional das plantas. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARSCHNER, P. Marchner's mineral nutrition of higher plants. 3 ed. New York: Academic Press, 2012. 651p.

MASCARENHAS, H. A. A. et al. Micronutrients in Soybeans in the State of São Paulo. Nucleus, v. 11, n. 1, p. 131–149, 2014.

MESA, A. R., HERNANDEZ, M., REYES, F. Determinacion de los niveles criticos de N, P e K, rendimiento de materia seca y composicion quimica em Andropogon gayanus cv. CIAT-621. Pastos y Forrages, [S.I.], v. 11, p. 235/241, 1998.

MESQUITA, EF; CHAVES, LHG; FREITAS, BV; SILVA, GA; SOUSA, MVR; ANDRADE, R. 2012. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 7: 58-65

NECHET, D. Análise da precipitação em Belém-PA, de 1986 a 1991. Boletim de Geografia teor. n. 23, p.150-156, 1993.

NUNES, J. A. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Graphical method in studies of adaptability and stability of cultivars. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, Washington, v. 48, p. 182-183, 2005.

Pereira, L. G., Rodrigues, C. F. A., & Monteiro, A. R.(2017).Composição florística e estrutura da floresta secundária em um perímetro urbano, Belém-Pa. Anais: 21º Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental.https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076226/composicao-floristica-e-estrutura-da-floresta-secundaria-em-um-perimetro-urbano-belem-pa.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato/Agronômica Ceres, 1991. 343p.

Roy E.D., Willig E., Richards P. D., Martinelli L.A., Vazquez F.F., PegoriniL., Spera A.S, & Porder S.(2017).Soil phosphorus sorption capacity after three decades of intensive fertilization in Mato Grosso, Brazil. Agr Ecosyst Environ. 249 (206) 14.

SALVADOR, J. O; MURAOKA, T. ROSSETTO, R; RIBEIRO, G. de A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum) cultivado em solução nutritiva. Scientia Agrícola, v. 51, n. 3, p. 407-414, 1994.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

Silva, E. de B., Gonçalves, N. P., & Pinho, P. J. de. (2008). <b>Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em Latossolo Vermelho distrófico no Norte de Minas</b> - DOI: 10.4025/actasciagron.v27i1.1923. Acta Scientiarum. Agronomy, 27(1), 55-59.

Silva, S. P ,Viegas, I. J. M.,Okumura, R. S.,Silva,D. A. S.,Galvao, J. R.,Silva Junior, M. L.,Araujo, F. R. R.,Mera, W. Y. W. L.,& Silva,A.O.Growth and Micronutrients Contents of Smell Pepper (Capsicum chinense Jac.) Submitted to Organic Fertilizer. Journal of Agricultural Science, 10, 425, 2018. 10.5539/jas.v10n11p425.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) Nutrição mineral de plantas. 2006. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.215-252.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5 ed. Porto Alegre: Artmed. 2013. 918 p.