
Visual diagnosis of açai trees under soilless cultivation in the Amazon

Diagnose visual em açazeiro sob cultivo sem solo na Amazônia

Received: 15-06-2024 | Accepted: 19-07-2024 | Published: 23-07-2024

André Luiz Pereira da Silva

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)
Instituição: Universidade do Estado do Amapá
Endereço: Macapá – Amapá, Brasil
E- mail: andreengagronomo@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4793-4690>

Breno Marques da Silva e Silva

Doutor em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes)
Instituição: Universidade do Estado do Amapá
Endereço: Macapá – Amapá, Brasil
E- mail: breno.silva@ueap.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0031-1450>

Joaquim Alves de Lima Junior

Doutor em Engenharia Agrícola
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia
Endereço: Capanema, Pará, Brasil
Email: joaquim.junior@ufra.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9003-7998>

Welliton de Lima Sena

Doutor em Ciências Agrárias
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia
Endereço: Belém – Pará, Brasil
E- mail: welliton.sena@ifpa.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3021-2499>

ABSTRACT

The açai tree culture is extremely important for the Northern Region of Brazil, therefore, the aim of this work was to evaluate the nutritional status through visual diagnosis of açai tree leaves. Therefore, the objective of the work was to analyze the development of açai seedlings, with the omission of macro and micronutrients, characterizing the visual symptoms observed on the leaves of the plants, in this case only for N, P and K. The study was carried out in a greenhouse, which is located at the Federal Institute of Pará (IFPA), Campus Castanhal – PA. A completely randomized experimental design (DIC) was used, with 11 treatments and 5 replications, totaling 55 experimental units. The treatments were: Complete treatment (With all nutrients), Omission of Nitrogen (-N), Omission of Phosphorus (-P), Omission of Potassium (-K), Omission of (-Ca), Omission of Magnesium (-Mg), Sulfur Omission (-S), Iron Omission (-Fe), Zinc Omission (-Zn), Boron Omission (-B) and Copper Omission (-Cu). The results after application were that the characterization of the visual symptoms of deficiencies that were evident in the leaves of the açai seedlings, a limitation in the development of the seedlings was observed.

Keywords: Omission of nutrients; Nitrogen; Phosphor; Potassium.

RESUMO

A cultura do açaizeiro é de extrema importância para a Região Norte do Brasil, logo, objetivou-se com esse trabalho avaliar o estado nutricional pela diagnose visual em folhas de açaizeiro. Com isso o objetivo do trabalho foi analisar o desenvolvimento de mudas de açaizeiro, sob omissão de macro e micronutrientes, caracterizando os sintomas visuais observados nas folhas das plantas, nesse caso apenas para N, P e K. O estudo foi realizado em uma estufa, que fica localizada no Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus Castanhal – PA. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), contando com 11 tratamentos e 5 repetições, totalizando 55 unidades experimentais. Os tratamentos foram: Tratamento completo (Com todos os nutrientes), Omissão de Nitrogênio (-N), Omissão de Fósforo (-P), Omissão de Potássio (-K), Omissão de (-Ca), Omissão de Magnésio (-Mg), Omissão de Enxofre (-S), Omissão de Ferro (- Fe), Omissão de Zinco (-Zn), Omissão de Boro (-B) e Omissão de Cobre (-Cu). Os resultados após aplicação foram que a caracterização dos sintomas visuais de deficiências que ficaram evidentes nas folhas das mudas de açaizeiro, foi observado limitação no desenvolvimento das mudas.

Palavras-chave: Omissão de nutrientes; Nitrogênio; Fósforo; Potássio.

INTRODUÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da região amazônica que possui grande valor econômico e social devido a exploração de seus frutos e palmito. Cerca de 12.804 produtores dependem do cultivo do açazeiro no estado do Pará. Em 2014, foram vendidas 795 mil toneladas da fruta. Em 2015, a comercialização aumentou 73%. A atividade movimentou mais de R\$ 3 bilhões ao ano (Cordeiro *et al.*, 2024; Flores *et al.*, 2024 e Sena *et al.*, 2024).

O incremento das exportações vem provocando a escassez do produto e a elevação dos preços ao consumidor local, principalmente no período da entressafra, de janeiro a junho, ocasionada pelo déficit hídrico referente aos meses de agosto a dezembro. O reflexo imediato da valorização do produto resultou na expansão de açazais manejados, em áreas de várzeas, e estimulou a implantação de cultivos racionais em terra firme.

O cultivo em áreas de terra firme apresenta excelente alternativa para recuperação de áreas desmatadas, além de reduzir as pressões em ecossistemas de várzeas, evitando sua transformação em bosques homogêneos dessa palmeira. Para Gonçalves *et al.*, (2020), outra vantagem no plantio de açaí em terra firme está associada à facilidade de transporte rodoviário e beneficiamento, visto que o transporte fluvial é muito mais lento.

Produtores do Estado do Amapá vêm procurando inovar técnicas de cultivo, no intuito de aumentar a produtividade, tanto na safra como na entressafra. Entretanto, não se descarta a possibilidade do açazeiro tomar o caminho seguido por outras plantas amazônicas, como: seringueira, cacau, guaraná, e outras que se tornaram universais e cultivadas em diversas partes do mundo (Otavio Cabral Neto *et al.*, 2024). Dessa forma, informações técnicas oriundas de pesquisas tornam-se prioridades para subsidiar cultivos racionais de açazeiros para a produção de frutos.

Com a modernização das atividades agrícolas, nota-se uma crescente busca por ferramentas que promovam aumento de produtividade. A diagnose visual, bem como as características fisiológicas da cultura são escassas na região norte, existem poucos trabalhos com Açaí.

Neste contexto, as desordens nutricionais, deficiências, excesso e desequilíbrio causam diminuição no desenvolvimento e na produção de qualquer cultura, por isso acredita-se que o açazeiro não constitua exceção. Tal diminuição é, em geral, precedida por sintomas visuais, geralmente mais evidentes nas folhas, embora a produtividade e a produção possam já estar comprometidas, mesmo antes da manifestação dos sintomas (Malavolta, 1980 e Viégas *et al.*, 2008). Logo, objetivou-se com esse trabalho avaliar o

estado nutricional de mudas de açaizeiro pela diagnose visual através da omissão de nutrientes.

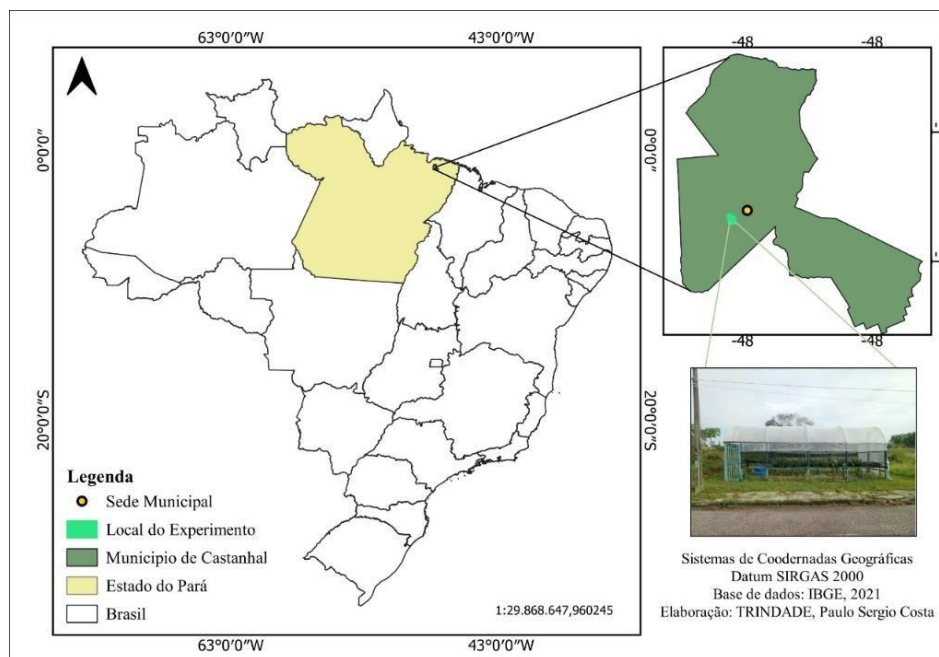
METODOLOGIA

Caracterização do local de estudo

O estudo foi realizado em uma estufa do Laboratório de Sementes (LAS), que fica localizada no Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus Castanhal – PA (Figura 1).

A estufa onde o estudo foi conduzido tinha um total de 50 metros quadrados, sendo completamente telada, e na região central da estufa ficaram localizados os tubetes com as mudas de açaizeiro, sendo colocado um sombrite de 70% com o intuito de impedir a passagem excessiva de luz e criar condições para o bom desenvolvimento inicial das mudas de açaizeiro.

Figura 1: Localização da área experimental



Fonte: Trindade (2024)

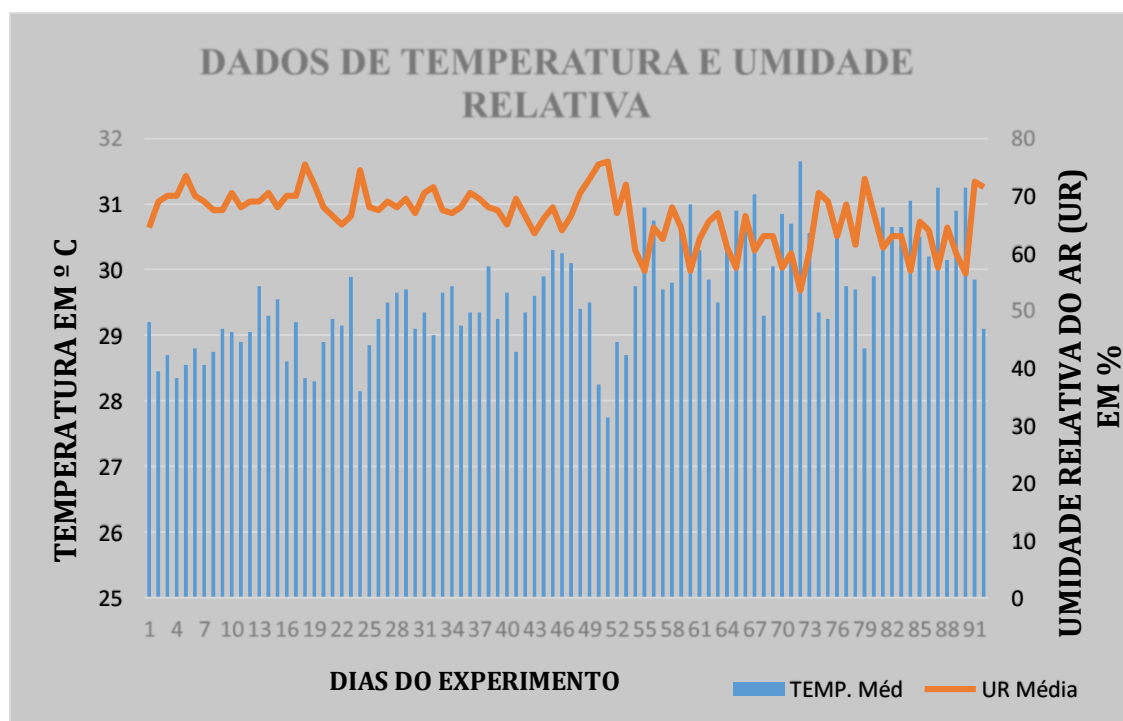
Condições climáticas locais

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Am, tropical chuvoso (úmido), com umidade relativa do ar média anual entre 85% e 90%,

temperatura média do ar de 26 ° C e precipitação média anual de 2.200 mm, porém, concentradas no período de dezembro a maio (SEPOF, 2011).

Durante o período de condução do experimento que compreende desde a data de plantio das sementes nos vasos, que foi realizado no dia 10 de maio de 2023 até 10 agosto de 2023, data em que foi realizada a coleta das plantas, foram coletados dados diários de temperatura e umidade relativa do ar, utilizando dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da estação meteorológica automática de Castanhal – PA (Figura 2).

Figura 2: Condições climáticas locais na cidade de Castanhal no Estado do Pará.



Fonte: Dados óbitos do INMET (2022).

A etapa de nutrição das mudas inicialmente foi realizada a partir do preparo de soluções nutritivas no laboratório de solos do IFPA Castanhal. Para o preparo das soluções nutritivas que foram utilizadas no estudo, foi inicialmente preparada as soluções estoque de nutrientes, e a parte disso, foram produzidas as soluções com as diluições necessárias (Tabela 1).

Nesta etapa de omissão, foram preparadas diferentes soluções nutritivas de acordo com o nutriente que estava sendo omitido. A aplicação da solução completa e das soluções nutritivas de omissões foram realizadas diariamente.

Tabela 1: Composição química das soluções nutritivas (ml/L) estoque preparadas em laboratório segundo a metodologia proposta por Hoagland e Arnon (1950) adaptada pelo autor (2023).

SOLUÇÕES ESTOQUES	TRATAMENTOS										
	COMP.	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Fe	-Zn	-B	-Cu
KH ₂ PO ₄ mol L-1	1	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1
KNO ₃ mol L-1	5	-	6	-	5	6	6	5	5	5	5
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O mol L-1	5	-	4	5	-	4	4	5	5	5	5
MgSO ₄ . 7 H ₂ O mol L-1	2	2	2	2	2	-	-	2	2	2	2
K ₂ SO ₄ 0,50 mol L-1	-	5	-	-	-	3	-	-	-	-	-
CaSO ₄ 0,01 mol L-1	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca(H ₂ PO ₄) ₂ 0,05 mol L-1	-	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Mg(NO ₃) ₂ . 6 H ₂ O mol L-1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Micronutrientes	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-
Fe -EDTA	-	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1
H ₃ BO ₃	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
MnSO ₄ . H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
CuSO ₄ .5H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-
H ₂ MoO ₄	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1

Fonte: HOAGLAND E ARNON (1950) adaptado pelo autor (2023).

Diagnose Visual

A coleta das plantas foi realizada no dia 10 de agosto de 2023, 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos com as omissões de nutrientes. Para realizar a coleta do material vegetal nesta data foram atendidos alguns pré-requisitos como a manifestação visual dos sintomas de deficiência, bem como o comprometimento do crescimento das plantas com as omissões de nutrientes.

Delineamento experimental e condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), contando com 11 tratamentos e 5 repetições, totalizando 55 unidades experimentais. Os tratamentos foram: Tratamento completo (Com todos os nutrientes), Omissão de Nitrogênio (-N), Omissão de Fósforo (-P), Omissão de Potássio (-K), Omissão de Cálcio (-Ca), Omissão de Magnésio (-Mg), Omissão de Enxofre (-S), Omissão de Ferro (-Fe), Omissão de Zinco (-Zn), Omissão de Boro (-B) e Omissão de Cobre (-Cu).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos para avaliação da diagnose visual estão apresentados os registros de imagem realizados nas plantas para cada tratamento. Facilitando melhor a visualização do desenvolvimento de cada tratamento com relação a mudas de açaizeiro onde pode ser observado o desenvolvimento da muda em função dos tratamentos com as omissões.

De acordo com a Figura 3, os sintomas de deficiência de nitrogênio foram caracterizados principalmente pelo amarelecimento do limbo foliar, localizadas nas folhas mais velhas da planta, visto que o nitrogênio é um elemento de alta mobilidade no floema, sendo assim redistribuído com mais facilidade pela planta para regiões de crescimento.

Figura 1 – Sintomas de deficiência de nitrogênio (-N) na folha de mudas de açaizeiro



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pelo autor (Silva, 2023)

Ainda assim, a planta com a omissão de nitrogênio apresentou folhas pequenas, estreitamento do limbo foliar e diminuição da altura da planta. Isso ocorre devido o nitrogênio ser um macronutriente, sendo, portanto, exigido em grandes quantidades pela planta para completar seu ciclo de vida. Segundo Taiz e Zeiger (2013), são necessárias altas quantidades deste elemento para pontos de crescimento, com isso o metabolismo da planta pode realocar o nitrogênio das regiões mais próximas para atender a demanda nutricional da cultura.

Resultados semelhantes foram encontrados por Haag *et al.*, (1971) e Viégas *et al.*, (2008) quando trabalharam com a omissão de nutrientes com este elemento. Segundo Malavolta *et al.*, (1997) e Prado (2006) estes sintomas estão relacionados com a diminuição da produção de clorofila, levando a uma modificação dos cloroplastos. Foram observados também folhas pequenas e plantas de pequeno porte, isso é ocasionado pelo valor relevante que o nitrogênio tem na divisão celular levando a uma diminuição de crescimento da planta (Mendes, 1959).

A omissão de fósforo, mostrou sintomas claros de deficiência nas folhas (Figura 4), pois foram observados sintomas violáceos e clorose nas margens das folhas mais velhas da planta. Foi possível verificar que a presença da omissão de fósforo ocasionou diminuição da altura da planta quando comparado com o tratamento completo.

Figura 4 – Sintomas de deficiência de fosforo (-P) na folha de mudas de açazeiro



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pelo autor (Silva, 2023)

O fósforo se caracteriza como um elemento altamente móvel na planta e seus sintomas são observados nas folhas mais velhas, o que não ficou muito evidente nesse

experimento. Segundo Alvarenga (2004) e Viégas *et al.*, (2008), a redução no crescimento das plantas com omissão de fósforo é ocasionada pelo comprometimento dos processos de síntese proteica e de fotossíntese, sendo que neste processo ocorrem com a presença de compostos fosforados. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2018) e Viégas *et al.*, (2008) quando foram observados clorose nas folhas mais velhas de plantas jovens de cupuaçuzeiro, assim como a redução da altura da planta quando comparado com o tratamento completo. A não expressão da deficiência efetiva pode estar atrelada a alta adaptabilidade das mudas de açaizeiro as condições adversas na Amazônia.

O potássio mostrou sintomas claros de deficiência nas folhas, mostrando primeiramente um amarelecimento nas margens das folhas, seguindo para uma necrose no limbo foliar (Figura 5).

Figura 5 – Sintomas de deficiência de potássio (-K) na folha de mudas de açaizeiro



Fonte: Dados da pesquisa, elaborada pelo autor (Silva, 2023)

Esses sintomas assim como no nitrogênio, foram localizados nas folhas mais velhas da planta, pois o potássio apresenta alta mobilidade no floema, sendo redistribuído com mais facilidade (Fernandes, 2006; Yost *et al.*, 2011).

Segundo Pathak *et al.*, (2014) a presença de queima dos bordos foliares como sendo um sintoma característico da deficiência de potássio, é explicado pelo fato de que com a falta de potássio na planta ocorre o acúmulo de putrescina, que em altas

concentrações nas folhas mais velhas, causa sérios desequilíbrios a nível celular nos tecidos da planta.

Segundo Hawkesford et al., (2012), o potássio realiza algumas funções vitais ao ciclo de vida das plantas, atuando como ativador de inúmeras enzimas, na síntese de carboidratos, de ácidos nucléicos e regulação de abertura e fechamento dos estômatos. Sintomas semelhantes foram encontrados por Viegas (2008) ao analisar o efeito da omissão de nutrientes na mesma cultura.

CONCLUSÃO

A omissão de nitrogênio, fósforo, potássio na solução nutritiva, resulta em alterações morfológicas, traduzidas como sintomas característicos de deficiência nutricional de cada nutriente em açaizeiro.

Afim de estabelecer parâmetros nutricionais mais precisos, é necessário desenvolver mais ensaios com omissão de nutrientes em mudas de açaizeiro na Amazônia.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado do Amapá – UEAP pela concessão da bolsa de estudo do primeiro autor; Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA; Ao Grupo de Pesquisa em Plantas Ornamentais e Hortícolas – GPOH e Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA pela parceria institucional.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 400 p. *Amazonica*, v. 38, n. 4, p. 597-601, 2008.
- CORDEIRO, RAM, SENA, W. DE L., SILVA, ALP DA, MEIRELES, R. DE O., PIRES, E. DA S., SOUZA, FCA DE, CANTUÁRIA, P. DE C., & SILVA, BM DA S. E. (2024). **Amostragem em folhas de açaizeiro para fins de diagnóstico do estado nutricional**. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA* , 22 (6), e5044. <https://doi.org/10.55905/oelv22n6-032>
- FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 432, 2006.
- FLORES, R. A, de LIMA, FS R, XAVIER, MFN **Fonte de silício solúvel via aplicação foliar melhora a fisiologia da planta e a qualidade dos frutos de *Solanum lycopersicum* L.** *Silício*. v.16,p.1943–1954, 2024 <https://doi.org/10.1007/s12633-023-02806-8> .
- GONÇALVES, M. J. et al. **Estudo da viabilidade do tingimento da poliamida com corante natural de urucum**. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, Tubarão, v. 9, n. esp., p. 571–585, 2020.
- HAAG, H. P. **Manual de adubação**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos-ANDA, 1971.
- HAWKESFORD, M., Horst, W., Kichey T., Lambers, H., Schjoerring, J., Moller, I.S., White, P. 2012. Functions of macronutrients In: Marschner, P. (ed). **Mineral Nutrition of Higher Plants**. Academic Press, London, p. 135-189.
- HOAGLAND, D. R. **The water-culture method for growing plants without soil**. Circular. California agricultural experiment station, v. 347, n. 2nd edit, 1950.
- TRINDADE, PS DA C., SENA, W. DE L., SALES, T. DE M., DA SILVA, ALP, LÉLIS, A. DA T., CANTUÁRIA, P. DE C., DE ALMEIDA, SSM DA S. , & FARIAS, ALF (2024). **Desenvolvimento de mudas de *Theobroma cacao* L. sob omissão de macro e micronutrientes**. *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA* , 22 (1), 1276–1295. <https://doi.org/10.55905/oelv22n1-068>

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1980.

MENDES, H. C. **Nutrição do algodoeiro. I. Sintomas de deficiências minerais em plantas vegetando em soluções nutritivas.** *Bragantia*, v. 18, n. 3, p. 467-481, 1959.

OTAVIO CABRAL NETO, L. L. de O., SILVA, D. P., ROCHA, E. R.; SILVA, A. J. A. DA .; ROSANOVA, C. **FUNDAMENTOS E CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO ESTADO DO TOCANTINS: UMA REVISÃO DA LITERATURA.** *Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro*, 3(3). <https://doi.org/10.61164/rmmn.v3i3.2208>, 2024

PATHAK, Malabika Roy; TEIXEIRA DA SILVA, Jaime A.; WANI, Shabir H. **Polyamines in response to abiotic stress tolerance through transgenic approaches.** *GM crops & food*, v. 5, n. 2, p. 87-96, 2014.

PRADO, R. M., LEAL. R. M. **Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. catissol-01.** *Pesquisa Agropecuária Tropical*, p. 193, 2006.

SENA, W. DE L., TRINDADE, P. S. DA C., SALES, T. DE M., DA SILVA, A. L. P., LÉLIS, A. DA T., CANTUÁRIA, P. DE C., DE ALMEIDA, S. S. M. DA S., & FARIAS, A. L. F. (2024). **Omissão de nutrientes em mudas de cacaueteiro.** *OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA*, 22(1), 1296–1312. <https://doi.org/10.55905/oelv22n1-069>

SEPOF. **Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças do Pará.** Belém/PA, 2011.

SILVA, Adalberto Alves; SCHLINDWEIN, Jairo André. **Limitação nutricional e crescimento de plantas de ipê-roxo em latossolo amarelo distrófico na omissão de nutrientes.** *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 5, n. 2, 2018.

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

VIÉGAS, I. J. M. **Efeitos das omissões de macronutrientes e boro na sintomatologia e crescimento em plantas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.)** Revistade Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 50, n. 1, p. 129-142, 2008.

YOST, M. A; RUSSEL, M. P.; COULTER, J. A.; SHEAFFER, D. E. K. **Potassium management during the rotation from alfalfa to corn.** Agronomy journal, v. 103, n. 6, p. 1785- 1793, 2011.