

## Nota Científica

# Sintomas de deficiência nutricional de macronutrientes em mudas de *Khaya ivorensis* cultivadas em solução nutritiva

Graciella Corcioli<sup>1</sup>, Jácomo Divino Borges<sup>1</sup>, Roberta Paula de Jesus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, CP 131, CEP 74690-900, Goiânia, GO, Brasil

\*Autor correspondente:  
gracior@ig.com.br

### Termos para indexação:

Mogno africano  
Nitrogênio  
Fósforo  
Potássio

### Index terms:

African mahogany  
Nitrogen  
Phosphorus  
Potassium

**Resumo** - O mogno africano (*Khaya ivorensis*) é uma essência florestal de alto valor no comércio internacional e de grande potencial para substituir o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*). Atualmente, pouco se conhece a respeito das exigências nutricionais do mogno africano. Assim, o presente trabalho teve por objetivo induzir sintomas visuais de deficiência de macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) em mudas de mogno africano. Para isso, realizou-se um experimento com solução nutritiva, com os tratamentos: T1-Solução completa; T2-com omissão de N; T3-com omissão de P; T4-com omissão de K e T5-Água deionizada. Os sintomas de deficiências de macronutrientes em mudas de mogno africano foram evidentes, comprometendo o desenvolvimento das mudas.

## **Symptoms of nutritional deficiency of macronutrients in seedlings of *Khaya ivorensis* grown in nutrient solution**

### Histórico do artigo:

Recebido em 09/01/2014  
Aprovado em 10/06/2014  
Publicado em 07/07/2014

doi: 10.4336/2014.pfb.34.78.641

**Abstract** - African mahogany (*Khaya ivorensis*) is a forest species of high value in international trade and it presents great potential to replace the Brazilian mahogany (*Swietenia macrophylla*). Currently, little is known about the nutritional requirements of African mahogany. So, the present work aims to induce the onset of visual symptoms of macronutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) in seedlings of African mahogany. It was carried out an experiment using nutrient solution with the following treatments: T1 - Complete Solution; T2 - omission of N; T3 - omission of P; T4 - omission of K and T5 - deionized water. The symptoms of macronutrients deficiency in African mahogany were evident, compromising the seedlings growth.

O mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) é uma das espécies de maior valor comercial do mundo, devido à beleza e qualidade da madeira. Por isso, vem sendo explorada intensivamente nas últimas décadas (Grogan et al., 2002). No Brasil, assim como nos demais países da América tropical, as tentativas de se cultivar mogno brasileiro para fins comerciais têm dado resultados negativos, devido à sua alta suscetibilidade ao ataque e danos provocados pela lagarta causadora da broca, a *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Silva et al., 2004).

Com isto, tem-se intensificado a introdução de espécies do gênero *Khaya* (*ivorensis*, *senegalensis* e *anthoteca*), conhecidas, em geral, como mogno africano, e do cedro australiano (*Toona ciliata* var. *australis*), todas resistentes ao ataque de *H. grandella* (Silva et al., 2004).

O crescimento e o desenvolvimento de espécies florestais, assim como o de outras plantas dependem de fatores como luz, água e gás carbônico, de um fluxo contínuo de sais minerais. Os minerais, embora requeridos em pequenas quantidades, são de fundamental

importância para o desempenho das principais funções metabólicas da célula (Malavolta et al., 1997). O presente trabalho teve como objetivo estudar os aspectos relacionados à nutrição mineral do mogno africano (*Khaya ivorensis*), caracterizando os sintomas de deficiência visual dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio.

O experimento foi conduzido no Viveiro Mudas Nobres, localizado na BR 060 km 06, Setor Recreio dos Funcionários Públicos, em Goiânia, GO, nas coordenadas geográficas de 16°42'27" de latitude Sul, 49°21'01" de longitude Oeste, e 764 metros de altitude. A região encontra-se na Bacia do Paranaíba, com clima do tipo Aw (Clima Tropical com estação seca de inverno), segundo a classificação de Köppen. Apresenta precipitações médias anuais entre 1.200 mm e 1.800 mm, com período chuvoso de novembro a março e o período seco, de junho a agosto, com abril, maio e setembro representando os meses de transição pluviométrica. A temperatura máxima média no ano é de 40 °C e mínima média é de 11 °C (Goiás, 2003).

Foram utilizadas sementes de mogno africano (*Khaya ivorensis*), com germinação de 90% oriundas de árvores adultas cultivadas no Município de Paragominas, no Estado do Pará, para a produção das mudas avaliadas nesta pesquisa.

A semeadura foi realizada no dia 19 de janeiro de 2011 em tubetes de polietileno com capacidade para 4,8 litros (Citruspote), contendo como substrato areia grossa lavada. Como suporte para os tubetes, foram utilizadas mesas metálicas que, inicialmente, permaneceram em casa de vegetação, com temperatura e umidade controladas.

Foram semeadas seis sementes por tubete. A germinação iniciou-se aos treze dias após a semeadura (DAS), tendo-se obtido 94% de emergência de plântulas aos 21 DAS. A partir dessa época, foram selecionadas três plântulas de mogno africano em cada tubete, considerando-se as mais vigorosas e melhor posicionadas no recipiente. Aos 45 dias após a semeadura as mudas em desenvolvimento nos tubetes foram retiradas da casa de vegetação e colocadas sob sombrite com 50% de sombreamento, para aclimação, onde permaneceram por 22 dias. Após esse período, foram transferidas para o meio externo, em condição a pleno sol. O substrato nos tubetes, na fase de pré-emergência das plântulas, e as plântulas até aos 60 DAS, receberam irrigação diária somente com água deionizada. Após esse período as plantas passaram a ser irrigadas diariamente com soluções nutritivas a 1 molar, que constituíram os tratamentos do ensaio. As

composições das soluções nutritivas foram obtidas a partir de soluções estoques, adaptadas de acordo com Sarruge (1975) e Jacobson (1951). As concentrações de nutrientes e fontes utilizadas para a fertirrigação encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição das soluções nutritivas, em ml L<sup>-1</sup>, utilizadas em mudas de mogno africano (*Khaya ivorensis*) para a avaliação de deficiências nutricionais.

Solução estoque	Tratamentos			
	Omissão de nutriente (ml L <sup>-1</sup> )			
	1	2	3	4
1 mol L <sup>-1</sup>	Completo	- N	- P	- K
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1	1	-	-
KNO <sub>3</sub>	5	-	5	-
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5	-	5	5
MgSO <sub>4</sub>	2	2	2	2
KCl	-	5	1	-
CaCl <sub>2</sub>	-	5	-	-
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	1
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-	-	-	2
Micronutrientes				
Micro - Fe <sup>1</sup>	1	1	1	1
Fe-EDTA <sup>2</sup>	1	1	1	1

<sup>1</sup>Solução estoque de Micronutrientes: 2,86 g.L<sup>-1</sup> de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 20,820 g.L<sup>-1</sup> MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O; 0,146 g.L<sup>-1</sup> de ZnCl<sub>2</sub>.3H<sub>2</sub>O; 0,055 g.L<sup>-1</sup> de CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O; 0,027 g.L<sup>-1</sup> de Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O. <sup>2</sup> Fe-EDTA: 33,2 g.L<sup>-1</sup> de EDTA; 89,2 g.L<sup>-1</sup> NaOH; 24,9 g.L<sup>-1</sup> FeSO<sub>4</sub>.

Os tratamentos avaliados nas parcelas foram: T1-Solução completa (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, boro, cobre, manganês, zinco e molibdênio); T2-Solução completa, com omissão de N; T3-Solução completa, com omissão de P; T4-Solução completa, com omissão de K; T5-Água deionizada sem nutrientes (testemunha).

As plantas foram irrigadas diariamente com 200 mL de solução nutritiva, sendo aplicados 100 mL no período da manhã e 100 mL no período da tarde. As soluções nutritivas eram renovadas a cada 20 dias, até tornar-se evidente a sintomatologia das carências nutricionais. Os sintomas visuais foram descritos e fotografados a cada quinze dias desde o estágio inicial até tornarem-se bem definidos, aos 210 dias.

As plantas cultivadas em solução nutritiva com omissão de nitrogênio apresentaram desenvolvimento inferior, com caule fino e folhas pequenas (Figura 1).

Após 40 dias de uso da solução nutritiva sem N, as plantas começaram a apresentar sintomas de deficiência. Esses sintomas foram observados primeiramente nas folhas mais velhas, com clorose seguida de necrose nas margens e senescência. Posteriormente, esses sintomas foram observados também nas folhas jovens. Essas mostraram-se pequenas, com coloração vermelho-pálidas (Figura 1). No decorrer dos dias, esses sintomas se tornaram generalizados em toda a planta (Figura 2), tendo-se observado, também, a pouca quantidade de novas brotações.



**Figura 1.** Folhas de mogno africano tratadas com soluções nutritivas completa, com omissão de nitrogênio e testemunha, aos 210 dias após início dos tratamentos.



**Figura 2.** Detalhes de plantas de mogno africano tratadas com soluções nutritivas completa, com omissão de nitrogênio e testemunha, aos 55 dias após início dos tratamentos.

Esses sintomas são semelhantes aos observados por Silva & Falcão (2002), que caracterizaram os sintomas de carência nutricional, com omissão de N, em mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) cultivadas em solução nutritiva.

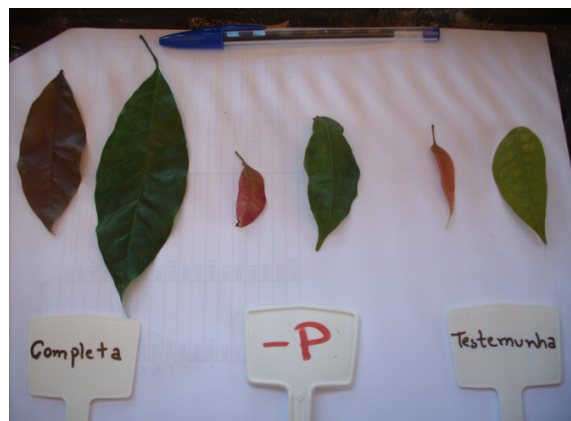
A redistribuição do N no interior da planta ficou bastante evidenciada, uma vez que as folhas velhas foram as primeiras a apresentar os sintomas. Conforme descrito por Malavolta et al. (1997) e Faquin (2005), o N é facilmente redistribuído nas plantas via floema, na forma de aminoácidos. Quando o suprimento de N pelo meio é insuficiente, o N das folhas velhas é mobilizado para os órgãos e folhas mais novas. Consequentemente, plantas deficientes em N apresentam os sintomas primeiramente nas folhas velhas. Por esta razão, o amarelecimento das folhas velhas é o primeiro sintoma de uma inadequada nutrição da planta em nitrogênio.

Avaliando os sintomas de deficiência nutricional em cupuazeiro (*Theobroma grandiflorum*), Salvador et al. (1994) observaram que o primeiro sintoma a se manifestar foi o do N, observado aos 140 dias, tendo constatado, inicialmente, que as folhas mais velhas tornaram-se cloróticas. Com o decorrer do tempo, a clorose estendeu-se por toda planta, havendo, inclusive, paralisação do crescimento.

As plantas submetidas ao tratamento com omissão de fósforo já apresentaram os primeiros sintomas de deficiência aos 40 dias após o início da irrigação com solução nutritiva. Foi constatada a redução em seu crescimento e de suas folhas novas, bem como coloração amarelada nas folhas velhas, seguida de necrose e secamento das pontas (Figura 3). As folhas mais novas perderam sua coloração vermelha, característica da espécie, apresentando pontuações mais escuras por todo o limbo. Seu crescimento ficou bastante comprometido, conforme mostra a Figura 4. Gradativamente, com a idade das plantas, as folhas velhas apresentaram manchas cloróticas irregulares verde-limão por todo o limbo e as folhas jovens ficaram encarquilhadas, com coloração amarelo-acobreado (Figuras 5 e 6). Esses sintomas observados nas plantas de *K. ivorensis* estão, em parte, de acordo com as observações de Silva & Falcão (2002), que observaram redução no tamanho das folhas novas e amarelecimento das folhas velhas, seguida de necrose e secamento das pontas em mudas de pupunheira cultivadas em solução nutritiva com omissão de P.

Em folhas de cerejeira (*Amburana acreana*) cultivadas com omissão de P, Vieira et al. (2011) verificaram que a coloração passou para verde claro, progredindo para amarelecimento bem acentuado e, posteriormente, para uma total perda de coloração das

folhas, concordando com Barroso et al. (2005) que verificaram os mesmos sintomas em teca (*Tectona grandis*), enquanto Vieira et al. (2011) observaram enrugamento das bordas foliares em mudas de cerejeira.



**Figura 3.** Folhas jovens e adultas de plantas de mogno africano tratadas com soluções nutritivas completa, com omissão de fósforo e testemunha, aos 210 dias após início dos tratamentos.

Salvador et al. (1994) também observaram manchas verde-limão nas folhas velhas e encarquilhamento nas folhas jovens de mudas de cupuazeiro cultivadas em solução nutritiva com omissão de P.



**Figura 4.** Detalhes de plantas de mogno africano tratadas com soluções nutritivas completa, com omissão de fósforo e testemunha aos 55 dias após início dos tratamentos.



**Figura 5.** Detalhes de plantas de mogno africano tratadas com solução nutritiva com omissão de fósforo, aos 210 dias após início dos tratamentos.



**Figura 6.** Detalhes de plantas de mogno africano tratadas com solução nutritiva com omissão de fósforo, aos 210 dias após início dos tratamentos.

Sintomas diferentes foram descritos por Silva et al. (2009) que observaram, em mudas de pinhão-manso, a partir de 40 dias de aplicação do tratamento, o aparecimento de coloração arroxeada nos bordos e na parte abaxial das folhas velhas, evoluindo para necrose nas folhas afetadas, e por Silveira et al. (2002) que verificaram cor verde-escuro seguida de arroxeamento nas folhas velhas de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla* cultivados em solução nutritiva com omissão de P.

As plantas submetidas ao tratamento com omissão de potássio começaram a apresentar os primeiros sintomas de deficiência aos 40 dias após iniciar a irrigação com a solução nutritiva, tendo-se verificado que houve redução em seu crescimento total (Figura 7) e folhas novas e velhas com tamanho reduzido. As folhas velhas, inicialmente, apresentaram clorose, seguida de necrose das pontas e margens (Figuras 8). Esses sintomas foram progredindo até atingir as folhas intermediárias, que secaram a partir da ponta até a ráquis (Figura 8).



**Figura 7.** Folhas jovens e adultas de plantas de mogno africano tratadas com soluções nutritivas completa, com omissão de potássio e testemunha, aos 210 dias após início dos tratamentos.

O quadro sintomatológico descrito está concordante com Silva & Falcão (2002) que observaram os mesmos sintomas em mudas de pupunheira cultivadas em solução nutritiva com omissão de potássio. Viégas et al. (2004), avaliando a nutrição em plantas de camucamuzeiro (*Myrciaria dubia*), relataram sintomas de deficiência de potássio, caracterizados inicialmente por pequenas necroses nos bordos e nos ápices das folhas mais velhas, as quais, com a intensidade da deficiência, evoluíram e formaram grandes manchas necróticas no limbo foliar. Outros resultados obtidos nesta pesquisa, com a omissão de potássio na solução nutritiva para mudas de mogno africano, foram observados por Salvador et al. (1994) em plantas cupuazeiro, por Gonçalves et al. (2006) em umbuzeiro, por Silva et al. (2009) em pinhão-manso, por Moretti et al. (2011) em cedro australiano e por Sarcinelli et al. (2004) em *Acacia holosericea*.

Em mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*), Wallau et al. (2008) observaram que na omissão de K, as folhas velhas se caracterizaram por apresentar um encarquilhamento para baixo, ocorrendo plantas com porte reduzido e estabilização no crescimento.

Para Malavolta et al. (1997), o sintoma de deficiência nutricional de potássio, se manifesta com o aparecimento de clorose e necrose nas margens das folhas velhas. Faquin (2005) atribui esse evento ao acúmulo de putrescina, causado pela redução na síntese protéica e acúmulo de aminoácidos básicos em plantas deficientes em K.



**Figura 8.** Detalhes de plantas de mogno africano tratadas com soluções nutritivas completa, com omissão de potássio e testemunha, aos 210 dias após início dos tratamentos.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos proprietários do Viveiro Mudas Nobres (Goiânia, GO) nas pessoas de Canrobert Tormim Borges e João Augusto da Silva, pela sessão da área experimental e subsídio de materiais utilizados na pesquisa.

## Referências

- FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.
- GOIÁS. Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepim/>>. Acesso em: 15 set. 2011.
- GONÇALVES, F. C.; NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de. Deficiência nutricional em mudas de umbuzeiro decorrente da omissão de macronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 6, p. 1053-1057, jun. 2006.
- GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERISSIMO, A. **Mogno na Amazônia brasileira: ecologia e perspectiva de manejo**. Belém: Imazon, 2002. 64 p.
- JACOBSON, L. Maintenance of iron supply in nutrient solutions by a single addition of ferric potassium ethylene-diamine-tetra-acetate. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 26, p. 410-411, 1951.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. rev. e atual. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MORETTI, B. da S.; FURTINI NETO, A. E.; PINTO, S. I. do C.; FURTINI, I. V.; MAGALHÃES, C. A. de S. Crescimento e nutrição mineral em mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 453-463, out./dez. 2011.

- SALVADOR, J. O.; MURAOKAI, T.; ROSSETTO, R.; RIBEIRO, G. de A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 407-414, set. /dez. 1994.
- SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO JUNIOR., E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. de S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 173-181, 2004.
- SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 1, n. 3, p. 231-33, 1975.
- SILVA, E. de B.; TANURE, L. P. P.; SANTOS, S. R.; RESENDE JUNIOR, P. S. de. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 4, p. 392-397, abr. 2009.
- SILVA, J. R. A. da; FALCÃO, N. P. de S. Caracterização de sintomas de carências nutricionais em mudas de pupunheira cultivadas em solução nutritiva. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 32, n. 4, p. 529-539, 2002.
- SILVA, S. da C.; SILVA, M. F. das G. F.; EDSON FILHO, R.; SOUZA, A. Q.; MULLER, M. W. Identificação de fungos isolados de *Khaya ivorensis* (Meliaceae). In: REUNIÃO ANUAL SOBRE EVOLUÇÃO, SISTEMÁTICA E ECOLOGIA MICROMOLECULARES, 26., 2004, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, 2004.
- SILVEIRA, R. L. V. de; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; SGARBI, F.; BRANCO, E. F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 107-116, 2002.
- VIÉGAS, I. de J. M.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, J. F. da; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; NAIFF, A. P. M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 315-319, ago. 2004.
- VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. dos S.; SCARAMUZZA, J. F.; COSTA, A. C.; SOUZA, T. R. Descrição de sintomas visuais em função das deficiências de macronutrientes em mudas de cerejeira (*Amburana acreana*). **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 789-796, out./dez. 2011.
- WALLAU, R. L. R. de; BORGES, A. R.; ALMEIDA, D. R. de; CAMARGOS, S. L. Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 304-310, out./dez. 2008.