



## Efeitos da fertilização potássica no crescimento inicial de *Khaya senegalensis* A. Juss no bioma Cerrado<sup>1</sup>

Matheus da Silva Araújo<sup>2</sup>; Karolayne Lemes D'Abadia<sup>3</sup>; Stephany Diolino Cunha<sup>4</sup>; Gustavo Matos Coelho<sup>5</sup>; Yago Cesar Rodrigues Moraes<sup>6</sup>; Vitor Corrêa de Mattos Barretto<sup>7</sup>; José Eduardo Dias Calixto Junior<sup>8</sup>

**Resumo:** No presente estudo, objetivou-se avaliar o crescimento inicial de mudas de mogno-africano (*Khaya senegalensis* A. Juss.) adubadas com diferentes doses de potássio. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em recipiente de plástico com capacidade para 7 dm<sup>3</sup> e utilizando como substrato o solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Os tratamentos constituíram-se de cinco doses de K: 0; 40; 80; 120 e 160 mg dm<sup>-3</sup>, utilizando para aplicação o cloreto de potássio. Aos 150 dias, foram aferidos a altura da planta, o diâmetro do coleto e a massa de matéria seca de folhas, caule, raiz e massa de matéria seca total. Constatou-se que, as doses crescentes de potássio não promoveram aumento no crescimento das plantas. O mogno-africano apresentou baixa exigência em potássio nas fases iniciais de desenvolvimento para a condição edafoclimática no local do experimento.

**Palavras-chave:** Produção de mudas; Nutrição de plantas; Macronutrientes.

## Effects of potassium fertilization on initial growth of *Khaya senegalensis* A. Juss in the Cerrado biome

**Abstract:** In the present study, it was aimed to evaluate the initial growth of seedlings of African mahogany (*Khaya senegalensis* A. Juss.) composted with different doses of potassium. The experiment was conducted in a greenhouse, in plastic container with capacity for 7 dm<sup>3</sup> and using soil as substrate classified as red-yellow Oxisols. The experimental design was completely randomized, with five treatments and five replications, totaling 25 experimental units. The treatments had consisted of five doses of K: 0; 40; 80; 120 and 160 mg dm<sup>-3</sup>, using the application of potassium chloride. To 150 days, were measured the height of the plant, the diameter of the collect and the mass of dry matter of leaf, stem, root and total dry matter mass. It was found that increasing potassium doses promoted increase in plant growth. The African mahogany presented low potassium requirement in the early stages of development for the edafoclimatic condition on the site of the experiment.

**Keywords:** Seedling production; Plant nutrition; Macronutrients

<sup>1</sup> Recebido em 17.03.2017 e aceito para publicação como **artigo científico** em 07.05.2018.

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, M.sc. E-mail: <matheusflorestal@outlook.com>.

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Florestal da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri. E-mail: <karolldab@gmail.com>.

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Florestal da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri. E-mail: <cunhaflorestal@outlook.com>.

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri. E-mail: <gustavomc11@hotmail.com>.

<sup>6</sup> Graduando em Engenharia Florestal da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri. E-mail: <yago\_cesar.r.m@hotmail.com>.

<sup>7</sup> Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília - UnB, Câmpus Darcy Ribeiro. E-mail: <barretto@dracena.unesp.br>.

<sup>8</sup> Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília - UnB, Câmpus Darcy Ribeiro. E-mail: <j.eduardocalixto@outlook.com>.

## Introdução

Os plantios florestais no Brasil ocuparam, nos últimos anos, cerca de 5,98 milhões de hectares. Desses 5,98 milhões de hectares, somente 15 mil ha são ocupados com mogno-africano (RIBEIRO et al., 2017), 3,75 milhões são ocupados com eucaliptos, 1,8 milhões com pinus e 425,2 mil ha com demais espécies (RODRIGUES et al., 2015). Portanto, dentre as espécies florestais plantadas, destacaram-se as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* nas produções de madeira, celulose e resina (VOGELMANN et al., 2015).

No entanto, para suprir a demanda por produtos florestais, e principalmente a demanda por madeira nobre, faz-se necessário a expansão, implantação e condução de plantações com novas espécies, aliada à adoção de práticas de manejo que garantem uma eficiência nutricional e alta produção (PETRAUSKI et al., 2012).

Dentre as espécies consideradas de destaque no cenário internacional de madeira nobre, o mogno-africano (*Khaya senegalensis* A. Juss.) apresenta bom desenvolvimento em locais com predominância de clima tropical úmido, além de se adaptar bem a regiões de clima subtropical. Por essa razão, é a espécie madeireira exótica que apresenta melhor crescimento no Cerrado, dentre todas as espécies de madeira nobre, sendo muito procurada pelos reflorestadores. Isso porque, em seus locais de origem, o mogno-africano incide ao longo de uma ampla gama de condições de ecológicas e edáficas, clima e relevo (DANQUAH et al., 2011).

A adoção de novas práticas de manejo silvicultural é uma alternativa importante na implantação e condução de plantações. Dentre as práticas, o manejo eficiente da fertilidade do solo, é um fator determinante na produtividade das espécies, principalmente na fase de mudas. A adequada produção de mudas constitui uma importante etapa para obtenção de mudas vigorosas em campo, além de assegurar crescimento satisfatório, permitindo, desse modo, maior sucesso no estabelecimento da cultura. Porém, a produtividade está diretamente relacionada ao modo de cultivo e aplicação

correta de fertilizantes (SANTOS et al., 2014).

Dentre os macronutrientes, o potássio é um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas, possui como função principal a ativação de enzimas. Também está diretamente relacionado ao potencial osmótico da planta, influenciando a expansão celular e transporte de íons, além de ser fundamental no movimento estomático. Assim, plantas bem supridas de potássio apresentam maior eficiência no uso da água (LACLAU et al., 2016), enquanto que plantas deficientes em potássio possuem menor desempenho fotossintético, devido à abertura estomática não acontecer de forma regular, reduzindo a entrada de CO<sub>2</sub> (PRADO, 2008).

Embora alguns estudos tenham apresentado respostas positivas à aplicação de nutrientes no crescimento inicial do mogno-africano (VIEIRA et al., 2014; PEREZ et al., 2016; SMIDERLE, 2016 e ARAÚJO et al., 2017), são poucas as informações quando se trata da adubação potássica. Além disso, é importante que essas informações sejam obtidas por pesquisas *in locu*, detalhando os níveis críticos dos nutrientes no solo e as doses adequadas de fertilizantes para, dessa forma, garantir a produtividade dos plantios comerciais da espécie (NIKLES et al., 2008).

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o crescimento inicial de mudas de mogno-africano cultivadas em casa de vegetação adubadas com diferentes doses de potássio.

## Material e métodos

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri (coordenadas geográficas; 17° 43' 19" latitude S e 48° 09' 35" longitude W; e altitude de 764 m). O município de Ipameri está localizado na região sudeste do estado de Goiás, onde o clima é classificado como Aw (tropical estacional) com precipitação anual de aproximadamente 1.600 mm, sendo caracterizado por duas estações bem definidas, uma seca no inverno e outra chuvosa no verão, com temperatura média de 23°C (ALVARES et

al., 2013). Na casa de vegetação, durante a realização do experimento, a temperatura variou de 11°C (mínima) a 43°C (máxima), com média de 27°C.

Como substrato foi utilizado o solo agrícola classificado em Latossolo Vermelho-Amarelo

distrófico, coletado da camada subsuperficial (0,20 a 0,40 m de profundidade). As características químicas do substrato foram determinadas antes da instalação do experimento, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Características químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo, na profundidade de 0,40 m, antes da instalação do experimento.

**Table 1.** Chemical characteristics of red-yellow Oxisols, in depth of 0.40 m, before the installation of the experiment.

| pH   | P (Mehlich-1)<br>CaCl <sub>2</sub><br>mg dm <sup>-3</sup> | M.O.<br>g dm <sup>-3</sup> | Ca <sup>2+</sup><br>-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- | Mg <sup>2+</sup> | H+Al | CTC                            | V<br>% |
|------|---|----------------------------|---|------------------|------|--------------------------------|--------|
| 5,1  | 1,2   | 9,0                        | 0,8   | 0,3              | 2,2  | 3,34                           | 34     |
| B    | Cu  | Fe                         | Mn  | Zn               | K    | -----mg dm <sup>-3</sup> ----- |        |
| 0,19 | 1,9   | 43,9                       | 3,4   | 0,2              | 15,6 |                                |        |

Extratores: P e K - Mehlich-1; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> - KCl 1 mol/L; H+Al - Acetado de cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0.

As mudas de *K. senegalensis*, foram produzidas a partir de sementes importadas do Continente Africano, semeadas em tubetes com capacidade de 53 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato comercial Carolina Soil®, composto por: turfa, cascas de arroz carbonizada e vermiculita, sem a adição de fertilizantes. Ao atingirem 15 cm de altura da parte aérea e 8 mm de diâmetro de colo (120 dias após a semeadura), as mudas foram transplantadas para os vasos de polietileno preto com perfurações no fundo e capacidade para sete dm<sup>-3</sup> de solo, previamente preparado, onde permaneceram durante todo o experimento.

Com base na análise físico-química do solo, todos os tratamentos receberam adubação com nitrogênio (80 mg dm<sup>-3</sup>), fósforo (150 mg dm<sup>-3</sup>), manganês (1,5 mg dm<sup>-3</sup>), boro (0,5 mg dm<sup>-3</sup>), cobre (0,5 mg dm<sup>-3</sup>), zinco (5 mg dm<sup>-3</sup>) e molibdênio (0,1 mg dm<sup>-3</sup>). A calagem foi realizada para elevar a saturação por bases do solo para 60 %. As fontes utilizadas para adubação e calagem foram, respectivamente: ureia, superfosfato triplo, sulfato de manganês, ácido bórico, sulfato de cobre, sulfato de zinco, molibdato de sódio e calcário dolomítico PRNT 92 %. As doses dos nutrientes estabelecidos foram aplicadas individualmente em cada vaso por meio de solução.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições cada. Os tratamentos estabelecidos constituíram-se de cinco doses de potássio (K): 0; 40; 80; 120 e 160 mg dm<sup>-3</sup>, utilizando como fonte o cloreto de potássio (KCl).

Durante todo o período experimental a umidade do solo foi mantida em, aproximadamente, 60 % da capacidade de campo do solo. O volume de água evapotranspirado foi repostado diariamente, por meio da pesagem dos vasos.

As análises para determinação do crescimento das mudas foram realizadas após 150 dias, por meio da medição da altura de plantas, desde o colo até o ápice das plantas, com o auxílio de régua graduada; diâmetro do coleto, utilizando-se um paquímetro digital e contagem do número de folíolos. Para as determinações das massas da matéria seca, as plantas foram separadas em folhas, caule e raízes, que foram lavadas com água destilada e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas, na temperatura de 70 °C, até a obtenção de massa constante. Depois de secas, cada parte seccionada da muda foi pesada em balança analítica com precisão de 0,01 g; sendo

a massa de matéria seca total determinada pela somatória das mesmas.

Os dados foram submetidos ao teste de Bartlett e ao teste Shapiro Wilk para a verificação da homogeneidade e normalidade dos dados, respectivamente. Ao atenderem aos

## Resultados e Discussão

As doses crescentes de potássio não promoveram aumento no crescimento em altura e diâmetro do coleto, haja vista que não houve ajuste de regressão para essas variáveis (Figura 1A e B). As plantas submetidas à dose de 0 mg dm<sup>-3</sup> de potássio não apresentaram diferença em relação às plantas supridas com a dose máxima (160 mg dm<sup>-3</sup>). No entanto, as plantas submetidas à dose máxima (160 mg dm<sup>-3</sup>) também não apresentaram visualmente sintomas de toxidez e o excesso de potássio não afetou o crescimento das mesmas. Nesse caso, observa-se que o mogno-africano, em sua fase inicial de crescimento, é tolerante à dose 160 mg dm<sup>-3</sup> de potássio.

É bom ressaltar que, apesar do potássio ser um dos macronutrientes mais exigido pelas plantas, esse elemento pode causar efeitos indiretos pela deficiência induzida de outros elementos, como o cálcio e o magnésio. O excesso de potássio pode causar também a inibição na absorção de boro, zinco, manganês e amônio, induzindo, ou ao menos, contribuindo para a deficiência destes elementos, ocasionando um retardo no desenvolvimento das plantas, fato que não ocorreu no presente trabalho (BERGMANN, 1992).

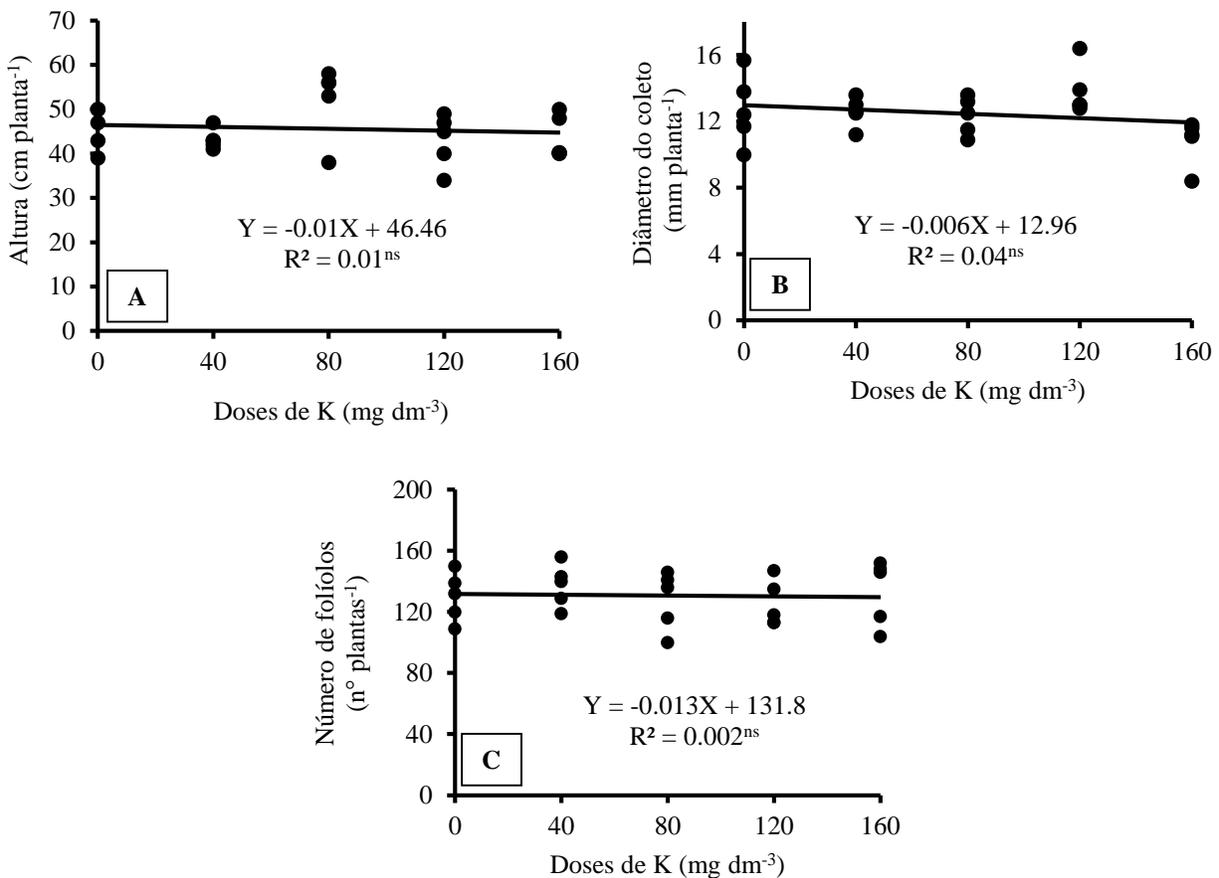
Tal resultado pode estar relacionado com a baixa exigência do mogno-africano ao macronutriente em sua fase inicial de desenvolvimento, ou até a fase estudada no experimento. Resultado semelhante foi observado por Corcioli et al. (2016) em *Khaya ivorensis* A. Chev., em que a omissão do potássio na adubação não influenciou no crescimento das plantas na sua fase inicial.

pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5 % de probabilidade de erro (ANOVA) e de regressão. As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o software sisvar (FERREIRA, 2011).

Avaliando o crescimento de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, Gonçalves et al. (2008) concluíram que as doses de potássio não influenciaram na altura e diâmetro das plantas durante o período experimental de três meses. Esses resultados indicam que a necessidade da planta por esse nutriente pode ter sido suprida pelos teores que estavam originalmente no solo (14 mg dm<sup>-3</sup>), no substrato ao qual foi submetida durante a produção de mudas, ou ainda, à baixa exigência nutricional por esse elemento (GONÇALVES et al., 2008).

Balieiro et al., (2001) avaliando mudas de *Acacia auriculiformis* (Benth.) concluíram que houve redução na taxa de crescimento à medida que se aumentou a dose de potássio. Também Renó et al., (1997) observaram que mudas de *Senna multijuga* (L. C. Rich.), *Caesalpinia férrea* (Mart. ex Tul.) e *Piptadenia gonoacantha* (Martius) Macbride em adubação potássica não apresentaram restrição de crescimento em nenhuma das características avaliadas. Pode-se explicar tal fato admitindo-se que os teores de potássio disponíveis no solo tenham sido mobilizados para todos os órgãos da planta, satisfazendo suas necessidades (RENÓ et al., 1997).

A produção de folíolos não foi afetada pela aplicação de potássio (Figura 1C). As plantas submetidas à dose 0 mg dm<sup>-3</sup> de potássio apresentaram produção média de 130 folíolos e desvio padrão de 16,0, enquanto que as plantas submetidas à dose máxima (160 mg dm<sup>-3</sup>), apresentaram produção de folíolos estatisticamente igual, correspondente a 133 folíolos e desvio padrão de 21,5.



**Figura 1** - Análise de regressão para altura (A), diâmetro do coleto (B) e número de folíolos (C) de mudas de mogno-africano adubadas com diferentes doses de potássio. <sup>ns</sup> não significativo ( $p > 0,05$ ), \* significativo ( $0,01 < p \leq 0,05$ ) e \*\* significativo ( $p \leq 0,01$ ).

**Figure 1** - Regression analysis for plant height (A), stem based diameter (B), and leaflets numbers (C) of African mahogany plants fertilized with different doses of potassium. <sup>ns</sup> not significant ( $p > 0,05$ ), \* significant ( $0,01 < p \leq 0,05$ ) e \*\* significant ( $p \leq 0,01$ ).

Para a massa de matéria seca das plantas, nenhuma das partes avaliadas, bem como seu somatório (folhas, caule, raiz e total) apresentaram resposta positiva às diferentes doses de potássio, não se ajustando à equação de regressão (Figura 2). Dessa forma, o potássio trocável existente, originalmente, no solo, pode ter sido suficiente para suprir as exigências nutricionais da cultura. Ao contrário disso, avaliando o crescimento inicial do *Khaya anthoteca*, Vieira et al. (2014) observaram que a omissão de potássio limitou a produção de massa de matéria seca das mudas em sua fase inicial de crescimento. É importante salientar que o potássio proporciona as plantas maior adaptação

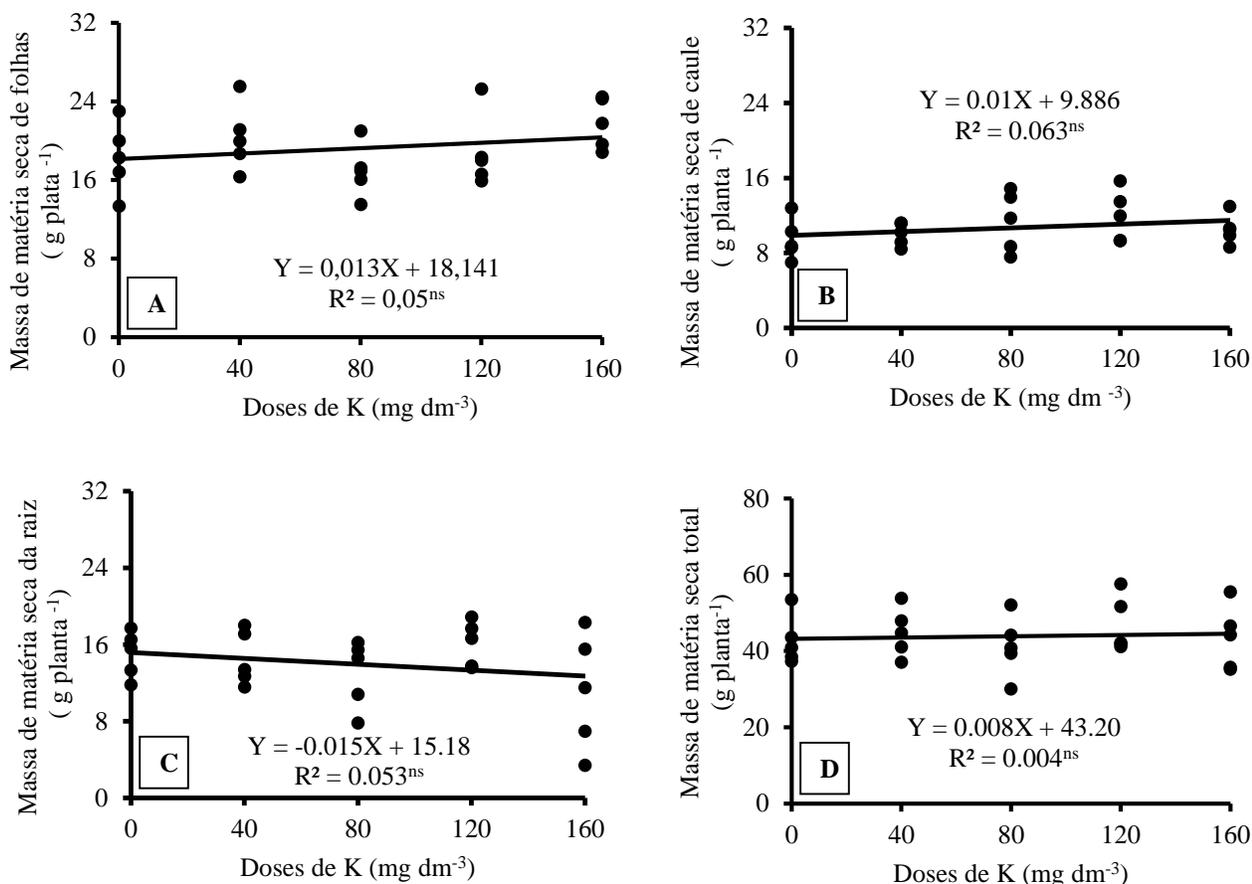
em situações de estresses ambientais, uma boa nutrição em potássio está relacionada à boa tolerância a seca e a ataques de insetos, bem como a incidência de doenças fúngicas (BRADY; WEIL, 2013).

Outros trabalhos relacionados com a produção de mudas de eucalipto têm demonstrado a não necessidade de aplicação generalizada de potássio (REIS et al., 2012; SILVA et al., 2013). Em alguns casos, esse elemento tem trazido até prejuízo ao crescimento dessas plantas, quando submetidas a solos com alto teor de potássio e/ou doses elevadas do macronutriente. Apesar das doses aplicadas no presente trabalho não terem sido elevadas, a

espécie estudada ainda assim não apresentou exigência ao potássio (REIS et al., 2012).

Entretanto, o teor de potássio verificado no solo,  $0,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  ( $15,64 \text{ mg dm}^{-3}$ ) é considerado baixo para o desenvolvimento inicial da planta, segundo Ribeiro et al. (1999). Nesse caso, pode ocorrer que, com o desenvolvimento da espécie em períodos

experimentais maiores de tempo e até mesmo quando submetidas às condições de campo as plantas podem apresentar sintomas de deficiência do elemento, como pontas e bordas das folhas mais velhas amareladas (clorose) e depois a morte delas (necrose) (BRADY; WEIL, 2013).



**Figura 2** - Análise de regressão para massa de matéria seca de folhas (a), massa de matéria seca de caule (b), massa de matéria seca de raiz (c), massa de matéria seca total (d), de mudas de mogno-africano adubadas com diferentes doses de potássio. <sup>ns</sup> não significativo ( $p \leq 0,01$ ), \* significativo ( $0,01 < p \leq 0,05$ ) e \*\* significativo ( $p \leq 0,01$ ).

**Figure 2** - Regression analysis for leaf dry matter mass (a), stem dry matter mass (b), root dry matter mass (c), total dry matter mass (d), of African mahogany plants fertilized with different doses of potassium. <sup>ns</sup> not significant ( $p \leq 0,01$ ), \* significant ( $0,01 < p \leq 0,05$ ) e \*\* significant ( $p \leq 0,01$ ).

Corroborando com os resultados obtidos neste experimento, pesquisas conduzidas por Perez et al. (2016), com mogno-africano, cultivados em Argissolo, demonstraram que as plantas foram pouco exigentes em potássio na

fase inicial de crescimento, considerando que as demais necessidades nutricionais já tinham sido atendidas.

Porém, diferentemente do observado no presente estudo, Tucci et al., (2011) avaliando o

efeito de macronutrientes (NPK) sobre o crescimento de mudas de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) concluíram que, entre os macronutrientes avaliados a espécie foi mais exigente em potássio. Assim como D'Avila et al., (2010) analisando o efeito do potássio na fase de rustificação de mudas clonais de eucalipto concluíram que, durante a fase de rustificação, a adubação potássica é recomendável, sendo a dose de 249 mg L<sup>-1</sup> de potássio indicada por proporcionar maior resistência e adaptação da muda ao campo. Também Brandi et al. (1982) avaliando os efeitos dos macronutrientes no crescimento inicial de *Eucalyptus* spp, afirmaram que ocorreu redução nos incrementos em altura de *Eucalyptus paniculata* (Sm) na ausência de potássio.

Em função da ampla diversidade de espécies e diferentes demandas nutricionais, torna-se difícil definir um padrão de fertilização com potássio que satisfaça todas as espécies, por isso se observa em alguns trabalhos a exigência de potássio no crescimento inicial das plantas, enquanto que em outros não. Portanto, a dosagem ótima de um nutriente para determinada espécie pode promover o decréscimo no crescimento de outras (REIS et al., 2012).

As mudas de mogno-africano submetidas à dose 0 mg dm<sup>-3</sup> de potássio não apresentaram sintomas de deficiência comumente observados como: diminuição do crescimento, folhas novas afiladas e folhas velhas com clorose parcial que progride para clorose generalizada, começando das bordas para o centro das folhas (FAQUIN, 2005).

Portanto, pode-se inferir que, para as condições estudadas não houve necessidade da adubação potássica para a produção das mudas de mogno-africano, o que pode ter ocorrido pelo teor disponível no solo, aliado à baixa exigência da planta ou, ao teor disponível no substrato comercial utilizado para a produção das mudas. No entanto, cabe salientar que, a baixa exigência está relacionada à fase de mudas, possivelmente, com o crescimento das plantas, a espécie poderá exigir maiores quantidades de potássio, assim, é

importante garantir o fornecimento adequado de nutrientes nos períodos de crescimento garantindo, com isso, a máxima produtividade e evitando o desperdício de fertilizantes, assegurando, então, um melhor retorno econômico aos viveiristas e produtores de mogno-africano.

## Conclusões

Identificamos que, o mogno-africano (*K. senegalensis*) apresentou baixa exigência em potássio nas fases iniciais de desenvolvimento para a condição estudada, desse modo não recomendamos a sua aplicação via adubação.

Verificamos ainda que, as plantas de mogno-africano são tolerantes a aplicação de potássio até a dose 160 mg dm<sup>-3</sup>.

## Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARAÚJO, M. S. et al. Initial growth of African mahogany plants in response to zinc fertilization. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 12, p. 1022-1026, 2017.

BALIEIRO, F. C.; OLIVEIRA, I. G.; DIAS, L. E. Formação de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*: resposta a calagem, fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, v. 25, n. 2, p. 183-191, 2001.

BERGMANN, W. Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis. **Gustav Fischer Publishing House Jena**, ed. 2, p. 741, 1992.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**; tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. ed. 3, p. 477, 2013.



- BRANDI, R. M. et al. **Nutrição e dinâmica de elementos minerais em plantios de eucalipto no estado de Minas Gerais**. Relatório anual apresentado pela coordenação do contrato IBDF/UFV/SIF ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- CORCIOLI, G.; BORGES, J. D.; JESUS, R. P. Deficiência de macro e micronutrientes em mudas maduras de *Khaya ivorensis* estudadas em viveiro. **Cerne**, v. 22, n. 1, p. 121-128, 2016.
- DANQUAH, A. J.; APPIAH, M.; ARI, P. Eco-geographic variation in leaf morphology of African mahogany (*Khaya anthotheca* and *Khaya ivorensis*). **European Journal of Scientific Research**. v. 51, n. 1, p. 18-28, 2011.
- D'AVILA, F. S. et al. Efeito do potássio na fase de rustificação de mudas clonais de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 13- 19, 2010.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de Plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (benth.) brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.
- LACLAU, P. B.; ROJAS, J. S.; CHRISTINA, M.; NOUVELLON, Y.; BOUILLET, J. P.; PICCOLO, M. C.; MOREIRA, M. Z.; GONÇALVES, J. L. M.; ROUPSARD, O.; LACLAU, J. P. Potassium fertilization increases water-use efficiency for stem biomass production without affecting intrinsic water-use efficiency in *Eucalyptus grandis* plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 364, n. 15, p. 77-89, 2016.
- NIKLES D. G. Developing African mahogany (*Khaya senegalensis*) germplasm and its management for a sustainable forest plantation industry in northern Australia: progress and needs. **Australian Forestry**, v. 71, n. 1, p. 33-47, 2008.
- PEREZ, B. A. P. et al. Potassium doses for African mahogany plants growth under two hydric conditions. **African Journal of Agricultural Research**. v. 11, n. 22, p. 1973-1979, 2016.
- PETRAUSKI, S. M. F. C. et al. Competitividade do Brasil no mercado internacional de madeira serrada. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 99-104, 2012.
- PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP 2008. 407 p.
- REIS, B. E. et al. Crescimento e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (vell.) allemão ex benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 389-396, 2012.
- RENÓ, N. B. et al. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 17-25, 1997.
- RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, C. A.; SCOLFORO, J. R. S. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 1, p. 1-11, 2017.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação**, Viçosa, MG, 1999, 359p.
- RODRIGUES, E. L. et al. Aplicação do modelo SWAT na avaliação do consumo de água em áreas de florestas plantadas na bacia do rio pará, Alto São Francisco, em Minas Gerais.

**Sociedade & Natureza**, v. 27 n. 3, p. 485-500, 2015.

SANTOS, V. M. et al. Desenvolvimento de plantas de soja em função de bioestimulante sem condições de adubação fosfatada. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 1087-1094, 2014.

SILVA, P. M. C. et al. Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*). **Revista Agro@mbiente**, v. 7, n. 1, p. 63-69, 2013.

SMIDERLE, O. J. et al. Growth and nutritional status and quality of *Khaya senegalensis* seedlings. **Revista Ciências Agrárias**, v. 59, n. 1, p. 47-53, 2016.

TUCCI, C. A. F. et al. Desenvolvimento de mudas de *Swietenia macrophylla* em resposta a nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 471-490, 2011.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZA, J. F. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento de mudas de mogno africano. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 2, n. 3, p. 72-83, 2014.

VOGELMANN, E. S.; PREVEDELLO, J.; REICHERT, J. M. Origem dos compostos hidrofóbicos e seus efeitos em florestas de *Pinus* e *Eucalyptus*, **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 1067-1079, 2015.