

Adubação fosfatada associada à calagem para produção de mudas de *Astronium fraxinifolium* Schott. em latossolo vermelho-amarelo

Phosphate fertilization associated with liming for the production of seedlings of *Astronium fraxinifolium* Schott. in red-yellow latosol

Fertilización fosfatada asociada al encalado para la producción de plántulas de *Astronium fraxinifolium* Schott. latosol rojo-amarillo

Recebido: 27/04/2022 | Revisado: 31/05/2022 | Aceito: 01/06/2022 | Publicado: 08/06/2022

Raimundo Tomaz da Costa Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5911-7332>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: tomaz@ufpi.edu.br

Mara Cristina Pessoa da Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6000-878X>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: mcperuz@fcav.unesp.br

Wellington Paulo Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1128-5550>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: wellingtonoliveira@yahoo.com.br

Resumo

Em solos ácidos e com baixa fertilidade, a calagem tem potencial para aumentar a disponibilidade de fósforo para as plantas, o que pode consistir em menor demanda por adubos fosfatados. Este estudo foi realizado com o objetivo de se avaliar os efeitos da calagem e adubação fosfatada na produção de mudas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott.). Plântulas com 10 dias de idade foram transferidas para sacos de plástico contendo 6,0 kg de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico psamítico, coletado na camada 40 a 70 cm. O experimento foi conduzido em casa de vegetação coberta com tela para retenção de 50% da luz. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com dez tratamentos, adubação fosfatada com cinco doses de fósforo associadas à presença ou ausência de calagem, com quatro repetições, e com três mudas por parcela. A calagem foi procedida com calcário dolomítico em quantidade suficiente para elevar a saturação por bases a 50%, associada ou não à adubação fosfatada nas doses 0, 30, 60, 90 e 120 mg P kg⁻¹. As mudas foram avaliadas quanto à altura, diâmetro a 1,0 cm do coleto, área foliar, número de folhas e matéria seca da parte aérea e raízes. O crescimento de *A. fraxinifolium* foi limitado pela omissão do fósforo e do calcário no solo. A dose de fósforo 65 mg kg⁻¹ deve ser adotada, por se mostrar equivalente a 90% da dose estimada para o máximo crescimento de altura e diâmetro das mudas.

Palavras-chave: Calcário; Fertilização; Gonçalo-alves; Produção de mudas.

Abstract

In acidic soils with low fertility, liming has the potential to increase the availability of phosphorus for plants, which may result in a lower demand for phosphate fertilizers. This study was carried out with the objective of evaluating the effects of liming and phosphate fertilization on the production of gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott.) seedlings. Seedlings at 10 days of age were transferred to plastic bags containing 6.0 kg of psamitic dystrophic Red-Yellow Latosol, collected in the layer 40 to 70 cm. The experiment was carried out in a greenhouse covered with a screen to retain 50% of the light. A randomized block design was adopted, in a 2x5 factorial scheme, with ten treatments, phosphate fertilization with five doses of phosphorus associated with the presence or absence of liming, with four replications, and with three seedlings per plot. Liming was performed with dolomitic limestone in sufficient quantity to raise the base saturation to 50%, associated or not with phosphate fertilization at doses of 0, 30, 60, 90 and 120 mg P kg⁻¹. The seedlings were evaluated for height, diameter at 1.0 cm from the stem, leaf area, number of leaves and dry matter of shoots and roots. The growth of *A. fraxinifolium* was limited by the omission of phosphorus and lime in the soil. The phosphorus dose of 65 mg kg⁻¹ should be adopted, as it is equivalent to 90% of the estimated dose for maximum growth in height and diameter of seedlings.

Keywords: Limestone; Fertilization; Gonçalo-alves; Seedling production.

Resumen

En suelos ácidos y de baja fertilidad, el encalado tiene el potencial de aumentar la disponibilidad de fósforo para las plantas, lo que puede resultar en una menor demanda de fertilizantes fosfatados. Este estudio se realizó con el objetivo

de evaluar los efectos del encalado y la fertilización fosfatada sobre la producción de plántulas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott.). Las plántulas a los 10 días de edad se transfirieron a bolsas plásticas que contenían 6,0 kg de Latosol rojo-amarillo distrófico psamítico, recolectadas en la capa de 40 a 70 cm. El experimento se llevó a cabo en un invernadero cubierto con una pantalla para retener el 50% de la luz. Se adoptó un diseño de bloques al azar, en esquema factorial 2x5, con diez tratamientos, fertilización fosfatada con cinco dosis de fósforo asociado a la presencia o ausencia de encalado, con cuatro repeticiones, y con tres plántulas por parcela. El encalado se realizó con caliza dolomítica en cantidad suficiente para elevar la saturación de bases al 50%, asociado o no a la fertilización fosfatada a las dosis de 0, 30, 60, 90 y 120 mg P kg⁻¹. Las plántulas se evaluaron en altura, diámetro a 1,0 cm del tallo, área foliar, número de hojas y materia seca de brotes y raíces. El crecimiento de *A. fraxinifolium* estuvo limitado por la omisión de fósforo y cal en el suelo. Debe adoptarse la dosis de fósforo de 65 mg kg⁻¹, ya que equivale al 90% de la dosis estimada para el máximo crecimiento en altura y diámetro de las plántulas.

Palabras clave: Piedra caliza; Fertilización; Gonçalo-alves; Producción de plántulas.

1. Introdução

A espécie silvícola Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott.) pertence à família *Anacardiaceae*, e apresenta importância econômica por produzir madeira de qualidade e consequentemente de elevado valor comercial (Lorenzi, 2000), muito utilizada na construção civil e naval e na indústria de móveis, para mobiliários de luxo, objetos de adorno e torneados (Jenrich, 1989). É uma espécie registrada como remanescente de florestas estacionais decíduas de corte proibido pelo Instituto Brasileiro do Meio-Ambiente (Ibama), por compor a lista das ameaçadas de extinção, conforme a Portaria IBAMA n. 37-N, de 3 de abril de 1992 (Ibama, 1992), o que demanda planos de manejo para estimular a regeneração natural e plantios florestais.

Quanto ao aspecto ecológico, o *A. fraxinifolium* é uma espécie pioneira, heliófila e comum em florestas decíduas, com leve preferência por solos mesotróficos (Ratter et al., 2011; Bueno et al., 2013), encontrada nas matas secas e cerrados do Brasil Central, Nordeste e Hiléia Amazônica. É de ampla ocorrência no cerrado brasileiro e apresenta rápido desenvolvimento no campo, podendo atingir cerca de três metros aos dois anos de idade (Lorenzi, 2000). No entanto, o ambiente edáfico de ocorrência natural de *A. fraxinifolium* se caracteriza por solos classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e Podzólico Vermelho-Amarelo, enquadrados na categoria de Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, moderadamente profundos, com baixa capacidade de retenção de água, acidez elevada e baixos teores de nutrientes e de matéria orgânica (Santos et al., 2018), condições de baixa fertilidade natural em que a correção da acidez e melhoria da fertilidade são necessárias para garantir a sobrevivência e o crescimento normal das plantas (Venturin et al., 2000).

Os solos de baixa fertilidade natural limitam o crescimento das plantas devido escassez de bases trocáveis e excesso de alumínio e de manganês (Malavolta, 1987), e geralmente apresentam baixa disponibilidade de fósforo (Mello et al., 2008). A concentração de Ca no solo 2,5-8,0 mmol_c dm⁻³ tem sido indicada como valor crítico para o maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Adams & Moore, 1983), embora este valor não deva ser considerado para a maioria das culturas, incluindo a goiabeira (Prado & Natale, 2004), porém é um indicador da necessidade de calagem. A calagem é o fator mais limitante para o crescimento de mudas de aroeira (*A. urundeuva* (Fr. All.) Eng.), independente da dose de fósforo ou potássio (Costa Filho, 1992). Quando a saturação por bases apresenta valores intermediários (40 a 50%) são necessárias maiores doses de P para a produção de mudas de garapa (*Apuleia leiocarpa*) (Gomes et al. (2008). Para adubação nitrogenada de mudas de *A. fraxinifolium* em Latossolo Vermelho, o Ca(NO₃)₂ apresenta melhor resposta que o (NH₄)₂SO₄ e o NH₄NO₃, o que indica o efeito benéfico do Ca associado à adubação em solos de Cerrado (Feitosa et al., 2011). Também se deve considerar as características físicas do solo, pois o peso fresco de raízes e a altura de mudas de *A. fraxinifolium* são influenciadas negativamente pela compactação do solo (Mizobata et al., 2017).

Embora se tenha padrões de fertilidade de solo para produção de mudas de plantas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (Carneiro, 1995), estes ainda não estão bem definidos para espécies florestais nativas, devido à grande diversidade de espécies nos diferentes biomas brasileiros, principalmente quando são utilizados substratos pobres em nutrientes (Lima et al., 2000).

Considerando que *A. fraxinifolium* ocorre naturalmente em solos com alta acidez e baixos teores de nutrientes e que as espécies florestais nativas apresentam variabilidade quanto às exigências de nutrientes, este estudo foi realizado com o objetivo de se avaliar o efeito da calagem e adubação fosfatada para a produção de mudas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott.) em substrato subsolo de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico psamítico.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação coberta com tela para retenção de 50% da luz, no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina, estado do Piauí, Brasil, com coordenadas geográficas 5°5'13" S e 42°48'42" W e altitude 72 m, com clima do tipo Aw', segundo a classificação de Köppen (1949). Durante o experimento (julho a outubro), a temperatura ambiente média diária variou de 22,1 a 29,2 °C e a umidade relativa do ar média foi de 74,8%.

As sementes foram coletadas de uma árvore de gonçalo-alves (*A. fraxinifolium*), em Teresina, Piauí, e selecionadas para uniformização quanto ao comprimento e diâmetro. Foram semeadas três sementes em cada saco plástico para produção de mudas e dez dias após a semeadura procedeu-se o raleamento, deixando-se uma plântula em cada saco. Os sacos continham como substrato solo coletado em camada de 40 a 70 cm, de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico psamítico, de textura média, horizonte A fraco, muito profundo, fase floresta secundária semi-caducifólia, com topografia regular, suavemente ondulado, com declividade em torno de 5% (Santos et al., 2018).

As características físicas e químicas do substrato foram determinados no Laboratório de Análise de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina, Piauí (Tabela 1). Os valores de pH foram determinados em H₂O, usando a relação 1:2,5. Cálcio, magnésio e alumínio foram extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹. O Ca e Mg foram determinados por espectrometria de absorção atômica e o Al por volumetria. O fósforo, o potássio e o sódio foram extraídos com o extrator Mehlich⁻¹ e determinados por colorimetria (P) e fotometria de chama (K e Na). A acidez total (H+Al) foi determinada por volumetria, após extração com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ pH 7,0. A capacidade de troca catiônica (T) foi obtida pela soma das bases trocáveis (SB) com a acidez total (Teixeira et al., 2017).

Tabela 1. Características físicas e químicas do substrato para produção das mudas.

| Composição granulométrica (Dispersão com NaOH 1mol L ⁻¹) g kg ⁻¹ | | | | | | | | | Classe Textural | Densidade do solo (kg dm ⁻³) |
|---|--------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|----|----------------------|----------|----|-----------------|--|
| Areia grossa (2-0,20mm) | Areia fina (0,20-0,05mm) | Silte (0,05-0,002mm) | | Argila < 0,002 mm | | | | | | |
| 250 | 470 | 140 | | 140 | | | | | Areia franca | 1,37 |
| pH _{H2O} | Ca ²⁺ (1) | Mg ²⁺ (1) | K ⁺ (2) | Na ⁺ (2) | SB | Al ³⁺ (1) | H+Al (3) | T | V % | P (2) mg dm ⁻³ |
| ----- mmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | | | | |
| 4,3 | 5,5 | 6,9 | 0,8 | 0,8 | 14 | 6,9 | 49 | 63 | 22 | 1 |

Em que: (1) Extrator: KCl 1mol L⁻¹; (2) Extrator: Mehlich-1; (3) Extrator: acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; SB: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica; e V: saturação por bases. Fonte: Autores.

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com dez tratamentos, adubação fosfatada com cinco doses de fósforo associada à presença ou ausência de calagem, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi composta por três mudas transplantadas para sacos com 6,0 kg de substrato (solo).

As doses de calcário e fósforo foram determinadas para 6,0 kg de substrato (solo) da parcela. A quantidade de calcário foi calculada para elevar a saturação por bases de 22% para 50%. Foi utilizado calcário com 85% de PRNT, contendo 32% de CaO e 14% de MgO. O solo permaneceu incubado por 30 dias, mantendo-se o teor de umidade em aproximadamente 70% da máxima capacidade de retenção de água pelo solo, com base no método da porcentagem de saturação, correspondente à razão da diferença do peso de um cilindro (bloco) de solo saturado e peso do bloco seco a 105 °C pelo volume do cilindro (espaço poroso) (Teixeira et al., 2017). Após a incubação, o solo foi seco e adubado com 0, 30, 60, 90 e 120 mg P kg⁻¹, usando-se como fonte o superfosfato triplo (41% de P₂O₅) em pó.

Foi procedida adubação de base com 200 mg kg⁻¹ de N, parcelada em quatro vezes, e 150 mg K kg⁻¹, em dose única, simultânea à adubação fosfatada, vinte dias antes do transplântio das plântulas. A adubação com micronutrientes foi realizada 30 dias após o transplântio das mudas, na proporção de 2,0 mg Zn kg⁻¹; 0,5 mg Cu kg⁻¹; 0,5 mg B kg⁻¹; 1,5 mg Mn kg⁻¹ e 0,1 mg Mo kg⁻¹, com as fontes sulfato de zinco, sulfato de cobre, ácido bórico, cloreto de manganês e molibdato de amônio, respectivamente, conforme recomendações de Malavolta (1980) e Novais et al. (1991), com ajustes quanto às características e volume do bloco do solo, espécie vegetal e duração do experimento.

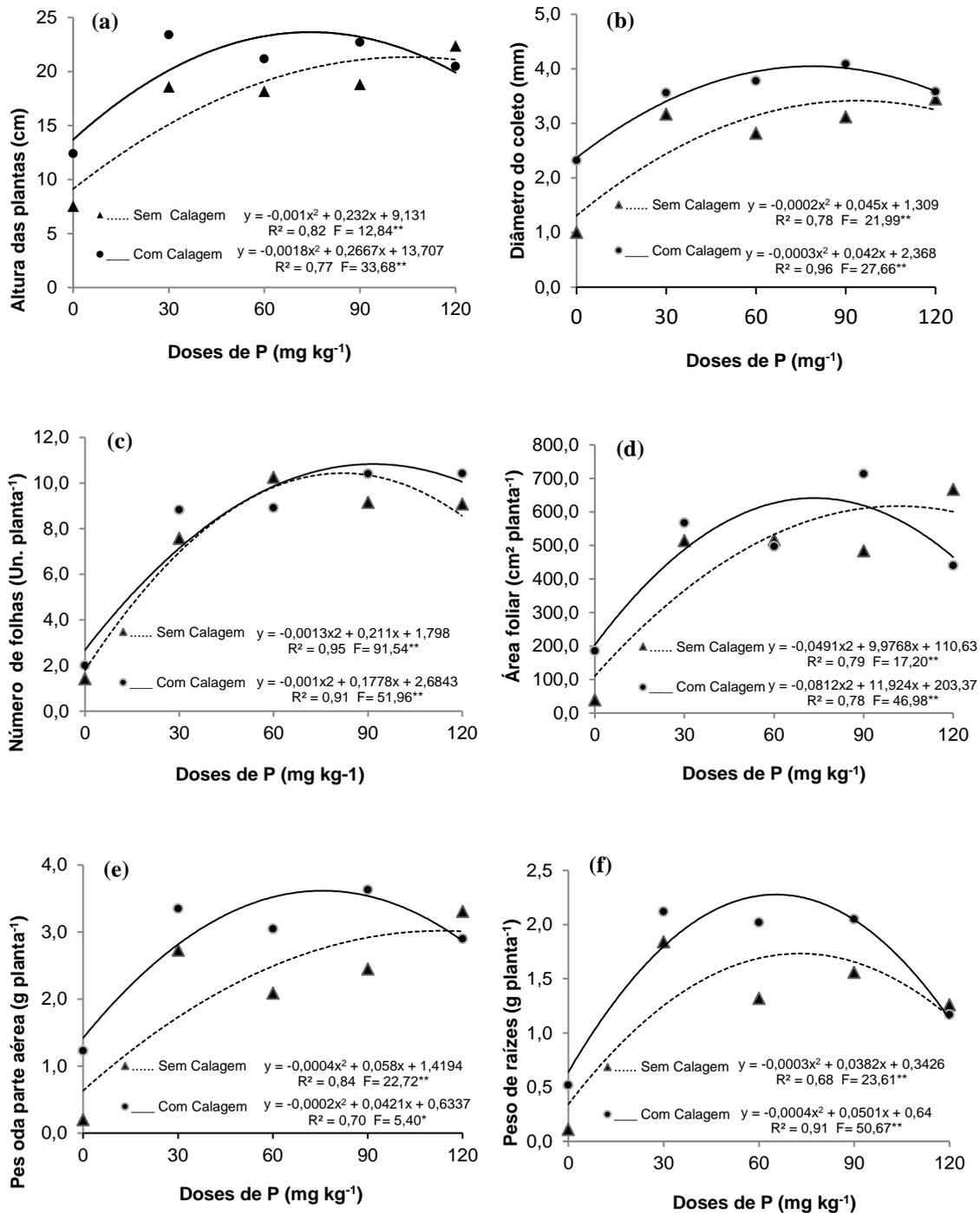
As mudas foram avaliadas, 120 dias após a adubação, quanto à altura da planta, com régua graduada em centímetros; diâmetro do caule a 1,0 cm do coleto, medido com paquímetro digital com precisão 0,05 mm; número de folhas; área foliar, obtida com medidor de área foliar digital, modelo LI-3100 com resolução de 1,0 mm²; e proporção de matéria seca da parte aérea e raízes, após secagem a em estufa com circulação de ar a 65 °C.

As médias foram submetidas à análise da variância pelo teste F. Os dados para efeito da adubação fosfatada associada à presença ou ausência da calagem, foram submetidos à análise de regressão polinomial. Quando os modelos apresentaram coeficientes significativos, foi considerado o modelo com maior R², quando foi obtido modelo quadrático significativo, foi calculado o ponto de máximo para a equação e determinada a dose de fósforo para obtenção de 90% dos valores máximos estimados das variáveis estudadas (Cruz et al., 2011). A análise estatística foi realizada com auxílio do software desenvolvido por Barbosa e Maldonado Júnior (2011).

3. Resultados e Discussão

Houve interação da calagem com a adubação fosfatada para a maioria das variáveis, do resultaram modelos quadráticos com estimativas máximas diferenciadas para as respostas às doses de fósforo em função da presença ou ausência da calagem para as condições do substrato (solo) utilizado (Figura 1).

Figura 1. Altura das plantas (a), diâmetro do caule (b), número de folhas (c), área foliar (d), produção de matéria seca da parte aérea (e) e matéria seca das raízes (f) de plantas de *Astronium fraxinifolium* em função de doses de P, com e sem calagem, aos 120 dias do cultivo.



Fonte: Autores.

Embora a densidade do solo tenha sido 1,37 kg dm⁻³ neste estudo, não foi suficiente para influenciar negativamente a massa fresca da raiz e a altura do *A. fraxinifolium*, conforme observado sob densidade 1,0 e 1,5 g cm⁻³ (Mizobata et al., 2017), o que se justifica pelas características químicas estabelecidas para o desenvolvimento das mudas, com associação da adubação fosfatada à calagem. No entanto, as mudas produzidas sem adubação fosfatada e sem calagem apresentaram baixa massa de raízes e menor altura das plantas.

Mesmo com a calagem, as características morfológicas relacionadas ao crescimento das mudas de *A. fraxinifolium* (altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e produção de matéria seca da parte aérea e das raízes) foram inferiores ($P < 0,05$) quando não foi realizada a adubação fosfatada (Figuras 1a a 1f), o que indica deficiência de fósforo no solo utilizado como substrato para as mudas, com destaque para o reduzido ($P < 0,05$) número de folhas associado à baixa produção de matéria seca de raízes (Figuras 1c e 1f).

Os resultados para características morfológicas relacionadas ao crescimento das mudas de *A. fraxinifolium* foram maiores ($P < 0,05$) quando da realização da adubação com 63 a 89 mg P kg⁻¹, indicando boa resposta de crescimento de mudas de *A. fraxinifolium* à calagem e adubação fosfatada (Figuras 1a a 1f).

Quando da calagem, as doses de fósforo 74 e 70 mg P kg⁻¹ resultaram em maior altura de plantas e diâmetro do caule ($P < 0,05$), respectivamente. Ao se considerar a média dessas doses de P (72 mg kg⁻¹) e 90% desta como dose eficiente para indicar a qualidade de mudas, podemos sugerir a dose 65 mg P kg⁻¹ para a obtenção de mudas de *A. fraxinifolium* de boa qualidade.

A altura da parte aérea e o diâmetro do coleto são importantes parâmetros para a qualificação de mudas florestais, devido refletir o acúmulo de reservas, assegurar maior resistência e propiciar melhor fixação no solo após o plantio definitivo no campo (Sturion & Antunes, 2000).

A fertilidade do solo é um determinante da composição florística de espécies do Cerrado, se verificando ocorrência de *A. fraxinifolium* em solos mais férteis, com elevada capacidade de troca catiônica (CTC) e menor saturação de alumínio em áreas de cerradão com solos mesotróficos (Bueno et al., 2013). No entanto, a distribuição de *A. fraxinifolium* em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Submontana se correlaciona positivamente com altos níveis de alumínio e com baixa fertilidade de solo, podendo ser indicada para recuperação de áreas degradadas em encostas e cumes em regiões onde as condições ambientais são similares (Souza et al., 2012).

As mudas de *A. fraxinifolium* apresentaram altura média 23,6 cm e 22,6 cm, aos 120 dias de cultivo, quando da adubação fosfatada com 116 mg P kg⁻¹ e 74,1 mg P kg⁻¹, com ou sem calagem, respectivamente, e igual diâmetro médio do caule (3,84 mm), podendo-se estimar relação altura/diâmetro do coleto (H/DC) 6,14 e 5,88, respectivamente, o que indica que a calagem resulta em menor demanda de fósforo para mesmo desenvolvimento da muda (Figuras 1a e 1b). Os valores para relação H/DC obtidos em nosso trabalho aos 120 dias são maiores que os obtidos por Feitosa et al. (2011) para *A. fraxinifolium* em crescimento por 150 dias. Embora as alturas sejam aproximadas, o diâmetro do coleto obtido pelos autores foi maior em aproximadamente 1,0 cm ao obtido em nosso estudo, indicando maior alongamento dos caules com a adubação a calagem e adubação fosfatada em detrimento ao espessamento do coleto nos primeiros 120 dias.

Considerando a importância da calagem para as demais culturas agrícolas e silvicultura, para a produção de mudas da espécie silvícola *A. fraxinifolium* se evidenciou melhor resposta das mudas quanto às características morfológicas relacionadas ao crescimento e verificou-se maximização dos resultados com doses de fósforo mais baixas que as demandadas em ausência da calagem (Figura 1), indicando economia de adubo fosfatado na silvicultura de espécies nativas tropicais. Essa resposta da associação da calagem e adubação fosfatada para o crescimento inicial de espécies silvícolas, incluindo as vantagens econômicas, também foram relatadas para outras espécies tropicais, com destaque para a redução do custo da adubação fosfatada de mudas de garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbride) quando associada à maior saturação de bases (60% vs. 40%) (Gomes et al., 2008). A associação da calagem à adubação fosfatada aumenta o crescimento vegetativo da pata-de-vaca (*Bauhinia fosticata* L.) (Ramos et al., 2000). A calagem associada a adubação fosfatada corretiva e à adubação com NPK aumenta o teor de nutrientes e a taxa de crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* KING) (Tucci et al., 2007).

A maior área foliar das mudas de *A. fraxinifolium* (617 cm²) foi estimada para a dose de P 102 mg kg⁻¹, enquanto quando da calagem, a área foliar atingiu 641 cm² para uma dose estimada de 73 mg P kg⁻¹, o que indica maior eficiência

técnica da adubação, com menor demanda de adubo fosfatado (Figura 1d). Fato semelhante ocorreu para a produção de matéria seca da parte aérea das plantas (Figura 1e). Da mesma forma, a adubação fosfatada associada à calagem resultou em maior crescimento de mudas de aroeira (*A. urundeuva* (Fr. All.) Eng.) (Costa Filho, 1992).

4. Considerações Finais

A ausência de calagem e adubação fosfatada são limitantes ao desenvolvimento de mudas de *Astronium fraxinifolium*. A dose de 65 mg P kg⁻¹ é recomendada para a produção de mudas de *A. fraxinifolium*, a qual equivale a 90% da dose estimada para promover o máximo diâmetro dos caules e crescimento das plantas. A calagem resulta em necessidade de menor dose de fósforo na adubação fosfatada para crescimento de mudas de *A. fraxinifolium*, do que resulta maior eficiência no uso do adubo fosfatado.

Referências

- Adams, F., & Moore, B. L. (1983). Fatores químicos que afetam o crescimento radicular em horizontes de subsolo de solos de planície costeira. *Soil Science Society of America Journal*, 47 (1), 99-102.
- Barbosa, J. C., & Maldonado Júnior, W. A. (2011). sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos, versão 1.1. 0.626. FCAV, Departamento de Ciências Exatas.
- Bueno, M. L., Neves, D. R. M., Souza, A. F., Oliveira Junior, E., Damasceno Junior, G. A., Pontara, V., & Ratter, J. A. (2013). Influência de fatores edáficos na composição florística de uma área de cerradão no centro-oeste brasileiro. *Acta Botânica Brasilica*, 27 (2), 445-455.
- Carneiro, J. G. A. (1995). Produção e controle de qualidade de mudas de espécies florestais. UFPR-FUPEF, 451p.
- Costa Filho, R. T. (1992) Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* Fr. All. Engl.) em resposta à calagem, fósforo e potássio. In: Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 2., São Paulo. **Anais...** p. 537-543.
- Cruz, C. A. F., Cunha, A. C. M. C. M. D., Paiva, H. N. D., & Neves, J. C. L. (2011). Efeito de macronutrientes sobre o crescimento e qualidade de mudas de canafístula cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. *Revista Árvore*, 35(5), 983-995.
- Feitosa, D. G., Maltoni, K. L., Cassiolato, A. M. R., & Paiano, M. O. (2011). Crescimento de mudas de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) sob diferentes fontes e doses de nitrogênio. *Revista Árvore*, 35, 401-411.
- Gomes, K. C. D. O., Paiva, H. N. D., Neves, J. C. L., Barros, N. F. D., & Silva, S. R. (2008). Crescimento de mudas de garapa em resposta à calagem e ao fósforo. *Revista Árvore*, 32(3), 387-394.
- Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama. Portaria n. 37-N, de 3 de abril de 1992. Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção. <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0037-030492.PDF>
- Jenrich, H. (1989). *Vegetação arborea e arbustea nos altiplanos das Chapadas do Piauí Central (características, ocorrência e empregos)*. Ministério do Interior, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 1a Diretoria Regional. 90 p.
- Koppen, W. (1936). Das geographische system der klimat. *Handbuch der klimatologie*, 46.
- Lima, J. P. C. D., Freire, L. R., & Vieira, F. (2012). Absorção de nitrogênio para *Schizolobium parahyba* (VELL.) BLAKE, em fase de viveiro em três ambientes. *Floresta e Ambiente*, 7(único), 11-18.
- Lorenzi, H. (2000). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. (3a ed.): Instituto Plantarum. 351 p.
- Malavolta, E. (1980). *Elementos de nutrição mineral de plantas* (Vol. 1, pp. 163-166): Agronômica Ceres.
- Malavolta, E. (1987). *Manual de calagem e adubação das principais culturas* (pp. 102-147). Agronômica Ceres.
- Mello, A. H. D., Kaminski, J., Antonioli, Z. I., Santos, L. C. D., Souza, E. L. D., Schirmer, G. K., & Goulart, R. M. (2008). Influência de substratos e fósforo na produção de mudas micorrizadas de *Acacia mearnsii* de Wild. *Ciência Florestal*, 18(3), 321-327.
- Mizobata, K. K. G. D. S., Cassiolato, A. M. R., & Maltoni, K. L. (2017). Crescimento De Mudas De Baru E Gonçalo-Alves Em Solo Degradado, Suplementado Com Resíduo, Em Ilha Solteira-Sp. *Ciência Florestal*, 27(2), 429-444.
- Novais, R. F., Neves, J. C. L., & Barros, N. F. (1991). Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J., Garrido, W. E., Araújo, J. D., & Lourenço, S. (Coord.). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: Embrapa-SEA. p.189-253. (Embrapa-SEA. Documentos, 3).
- Prado, R. D. M., & Natale, W. (2004). Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39, 1007-1012.
- Ramos, M. R., Pinto, J. E. P. B., Furtini Neto, A. E., & Davide, A. C. (2000). Influência da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento e

composição mineral de mudas de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link). *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, 3(1), 79-86.

Ratter, J. A., Bridgewater, S., & Ribeiro, J. F. (2003). Análise da composição florística do cerrado brasileiro III: comparação da vegetação lenhosa de 376 áreas. *Jornal de botânica de Edimburgo*, 60 (1), 57-109.

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

Souza, P. B. D., Lelis, J. J., Schaefer, C. E. G. R., Souza, A. L. D., & Meira Neto, J. A. A. (2012). Distribuição de espécies arbóreas em gradiente geomorfológico e pedológico de Floresta Estacional Semidecidual submontana no entorno do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais. *Revista Árvore*, 36 (4), 707-718.

Sturion, J. A., & Antunes, J. B. M. (2000). Produção de mudas de espécies florestais. *Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE)*.

Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., Teixeira, W. G. (2017). *Manual de métodos de análise do solo*. (3a ed.): Embrapa Solos.

Tucci, C. A. F., de Souza, P. A., Venturin, N., & Barros, J. G. (2007). Calagem e adubação para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). *Cerne*, 13(3), 299-307.

Venturin, R. P., Bastos, A. R. R., Mendonça, A. V. R., & de Carvalho, J. G. (2000). Efeito da relação Ca: Mg do corretivo no desenvolvimento e nutrição mineral de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). *Cerne*, 6(1), 30-39.