

Saturação por Bases no Crescimento e na Nutrição de Mudanças de Ipê-Amarelo

Cristiane Vieira¹, Oscarlina Weber²

¹Universidade de Cuiabá – UNIC, Cuiabá/MT, Brasil

²Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá/MT, Brasil

RESUMO

O ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) é uma espécie florestal com potencial madeireiro, porém, pouco utilizada em plantios florestais, devido à escassez de informações sobre sua produção tanto em viveiro quanto no campo. Diante disso, realizou-se experimento com o objetivo de verificar os efeitos da calagem no crescimento e na nutrição de mudas de *T. serratifolia*. O calcário foi misturado ao solo Latossolo Vermelho distrófico de textura franco-arenosa, em sacolas plásticas com capacidade para 2,5 kg. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições: testemunha (26,5%); 60%; 70%; 80% e 100% de saturação por bases. Após 120 dias, avaliaram-se: altura, diâmetro de colo, relação altura e diâmetro, biomassa seca e índice de Dickson. As plantas secas foram submetidas às determinações dos teores de macronutrientes. Os melhores resultados para crescimento da *T. serratifolia* foram verificados no nível de 70%, principalmente porque N, K, Ca e Mg foram disponibilizados em concentrações adequadas, possibilitando o incremento.

Palavras-chave: *Tabebuia serratifolia*, calagem, nutrição de plantas.

Base Saturation on Growth and on Nutrition of Yellow Ipê Seedlings

ABSTRACT

Yellow ipê (*Tabebuia serratifolia*) is a forest species with wood potential, but little used in forest plantations because of the lack of information about their production both in the nursery and in the field. Therefore, an experiment was conducted in order to verify the effects of liming on growth and nutrition of *T. serratifolia*. The lime was mixed with soil dystrophic Red Oxisol with sand loam texture in plastic bags with capacity of 2.5kg. The treatments were in a completely randomized design with five repetitions: control 26.5%; 60%; 70%; 80% e 100% base saturation. After 120 days, were evaluated: height, stem diameter, height and diameter relation, dry biomass and Dickson quality index. The dried plants were submitted to determination of macronutrients content. The better results for growth of *T. serratifolia* were observed on the level of 70%, mainly because N, K, Ca and Mg were available in adequate concentrations, allowing the increase.

Keywords: *Tabebuia serratifolia*, liming, plants nutrition.

1. INTRODUÇÃO

Os solos do bioma Cerrado são, em sua maioria, bastante intemperizados, o que lhes confere boas características físicas. Porém, isso também implica em limitações químicas, como, por exemplo, serem ácidos. A acidez reduz, por conseguinte, a disponibilidade de nutrientes, contribuindo para o aparecimento de fitofisionomias cujas espécies são nativas e tolerantes a essa limitação, no entanto, com produção e produtividade restritas devido à deficiência de nutrientes para o seu ótimo crescimento e desenvolvimento.

Portanto, para a implantação agrícola ou florestal nessas áreas, o uso de corretivos e de fertilizantes é necessário para reduzir a acidez do solo e disponibilizar nutrientes, e assim formar mudas de melhor qualidade (Silva et al., 2011; Silva et al., 2013), principalmente quando esse tipo de solo é utilizado como substrato (Silva et al., 2008; Favare et al., 2012).

A calagem pode melhorar a produtividade, a qualidade e o estabelecimento dos plantios florestais (Carlos et al., 2014). Porém, um dos problemas é a quantidade de calcário a ser aplicada. Um dos métodos mais utilizados para a correção da acidez do solo é o da saturação por bases, e esta saturação precisa ser definida considerando as exigências de cada espécie, o que requer pesquisas desde a fase de produção de mudas até a de plantio no campo. Portanto, é uma informação que se faz necessária, principalmente na produção em larga escala.

O ipê-amarelo, ou *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nichols, é uma espécie arbórea nativa, da família Bignoniaceae, que pode ser usada em projetos de arborização, ornamentação ou na recuperação de áreas degradadas. Apesar do seu potencial econômico madeireiro, é pouco utilizada em plantios florestais, assim como muitas outras espécies nativas encontradas no Cerrado, as quais têm dado espaço ao cultivo de espécies exóticas, como a *Tectona grandis* Linn. F. Dessa forma, entende-se que definir a melhor condição de pH e de bases para essa espécie é o primeiro passo para colocá-la no processo produtivo.

A aplicação de calcário durante a produção de mudas de espécies florestais tem demonstrado que os resultados dependem de características da espécie e de sua demanda nutricional. Silva et al. (2007) observaram que a calagem influenciou positivamente na produção de mudas de *Swietenia macrophylla* King., tanto no crescimento quanto na nutrição. Souza et al. (2008) verificaram que as melhores mudas de *Machaerium nictitans* Vell. foram

obtidas na saturação por bases de 60% no Argissolo Vermelho Amarelo; com 70% no Latossolo Vermelho Amarelo distrófico; e 40% no Latossolo Vermelho Amarelo álico.

Silva et al. (2011), Maeda & Bognola (2012), Costa et al. (2013) e Silva et al. (2013) também verificaram os efeitos da calagem na produção de mudas de espécies florestais, sendo *S. macrophylla*, *Eucalyptus* sp., *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand., respectivamente.

Diante disso, o estudo objetivou avaliar o crescimento inicial e a qualidade nutricional de mudas de *T. serratifolia* submetidas a diferentes níveis de saturação por bases do corretivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEVZ) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em Cuiabá, em ambiente construído de material telado tipo sombrite branco e coberto com telha de amianto, sem controle de temperatura, no período de maio a agosto de 2012. Para esse experimento, foram utilizadas sementes de *T. serratifolia* coletadas de 10 árvores matrizes, localizadas no *campus* da UFMT e espaçadas no mínimo em 100 m entre si.

Para o processo de produção das mudas, uma semente de *T. serratifolia* foi disposta em cada um dos tubetes preenchidos com 54 cm³ de areia. Transcorridos 15 dias após a semeadura, verificaram-se as primeiras germinações, e as mudas foram consideradas aptas ao transplante 20 dias após o começo das germinações, quando atingiram aproximadamente 8 cm de comprimento da parte aérea.

O solo utilizado para a composição do substrato foi o Latossolo Vermelho distrófico de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2006), coletado em área sob vegetação de Cerrado, no Instituto Federal de Mato Grosso, *campus* de São Vicente. Após secagem ao ar, o solo foi peneirado em malha de 2,0 mm e amostrado para análise dos atributos químicos conforme métodos descritos em EMBRAPA (1997) e apresentados na Tabela 1.

O solo foi misturado ao calcário e usado para preencher as sacolas plásticas de 2,5 kg, permanecendo em incubação por 30 dias, separadamente conforme cada tratamento testado. O cálculo da quantidade de calcário necessária para a elevação da saturação por bases,

Tabela 1. Atributos químicos do solo.**Table 1.** Soil chemical attributes.

pH	H+Al	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	P	SB	T(pH7,0)	t	V	m
CaCl ₂		cmol _c .dm ⁻³			mg dm ⁻³			cmol _c .dm ⁻³		%	
4,39	4,22	1,03	1,0	0,5	13,56	13,9	1,53	5,75	2,56	26,5	40,2

pH em CaCl₂ - relação 1:2,5; H+Al - em acetato de cálcio; Al, Ca²⁺ e Mg²⁺ - em KCl 1N; P e K - em Mehlich; SB - soma de bases; T (pH7,0) - capacidade de troca de cátions a pH 7,0; t efetiva - CTC efetiva; V% - saturação por bases, em %; m% - saturação por Al, em %.

em cada tratamento, foi realizado conforme a análise química do solo, seguindo a equação de necessidade de calagem (Equação 1). Como corretivo foi utilizado calcário dolomítico com 100% de reatividade, 30,08% CaO e 21,1% MgO:

$$NC = (V_E - V_A) T \times f / 100 \quad (1)$$

Onde: NC = necessidade de calagem em toneladas por hectare (t.ha⁻¹); V_E = saturação por bases desejada, em %; V_A = saturação por bases atual, em %; T = CTC a pH 7,0; f = fator de correção do PRNT do calcário, f = 100/PRNT.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições: testemunha - solo sob vegetação de Cerrado em condições naturais - V = 26,5%; V% = 60%; V% = 70%; V% = 80% e V% = 100%.

Após a incubação, o solo recebeu adubação básica com N, P, K e S, sendo 100 mg dm⁻³ de NH₄NO₃, 300 mg dm⁻³ de KH₂PO₄, 140 mg dm⁻³ de KCl e 40 mg dm⁻³ de K₂SO₄, considerando recomendação de Passos (1994). E com micronutrientes composta por B, Mn, Zn, Cu e Mo, sendo: 0,81 mg dm⁻³ de H₃BO₃, 3,66 mg dm⁻³ de MnCl₂.4H₂O, 4,0 mg dm⁻³ de ZnSO₄.7H₂O, 1,33 mg dm⁻³ de CuSO₄.5H₂O e 0,15 mg dm⁻³ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, conforme recomendação de Alvarez (1974). Exceto para a adubação de cobertura com N, as demais foram preparadas, em solução, e adicionadas diretamente nas sacolas, em uma única vez.

Após 15 dias da adubação básica, as mudas foram transplantadas para os recipientes, sendo mantidas por 120 dias, uma medição foi realizada para verificar a altura e o diâmetro iniciais das mudas de ipê-amarelo. As médias iniciais obtidas para altura foram: V% 26,5 = 7,00 cm; V% 60 = 7,8 cm; V% 70 = 7,4 cm; V% 80 = 6,2 cm; V% 100 = 6,6 cm. As médias iniciais obtidas para diâmetro foram: V% 26,5 = 1,40 mm; V% 60 = 1,7 mm; V% 70 = 2,00 mm; V% 80 = 1,50 mm; V% 100 = 1,50 mm.

As adubações de cobertura com N foram igualmente parceladas aos 30, 80 e 110 dias, considerando a dose total de 100 mg dm⁻³, após o transplante das mudas, para redução das perdas do elemento, utilizando como fonte o nitrato de amônio P.A.

Ao término do experimento, foi medida a altura da parte aérea, com régua graduada a 5 cm da superfície do solo; e diâmetro de colo, com paquímetro digital. A relação H/D foi obtida mediante divisão entre altura e diâmetro. Para obtenção da biomassa seca, as mudas foram seccionadas em folhas, caule e raiz. As raízes foram lavadas com água corrente, e todo o material foi levado à estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. Após secagem, o material foi pesado em balança analítica com precisão de 0,0005 g. Esses dados foram utilizados na aplicação do índice de qualidade de Dickson (Dickson et al., 1960).

O material vegetal seco foi moído em moinho tipo Wiley e submetido às digestões nitroperclórica e sulfúrica, conforme métodos descritos por Malavolta et al. (1997), para obtenção das concentrações de macronutrientes nas folhas.

Os dados foram interpretados por meio da análise de variância, ajustando-se, posteriormente, as equações de regressão, utilizando o programa estatístico Assisat 7.6 beta, da UFCG, após constatação da normalidade dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Crescimento inicial de *T. serratifolia*

Os resultados apresentados na Figura 1 permitem inferir que a *T. serratifolia* respondeu às elevações das saturações por bases. Os melhores resultados para essa característica foram verificados na saturação de 70%. No entanto, não foram observadas diferenças entre os tratamentos ao analisar o diâmetro de colo, a relação H/D e o índice de qualidade de Dickson

(Figura 2), devido ao equilíbrio no crescimento em altura e em diâmetro e a produção de biomassa seca, principalmente em $V=70\%$.

O maior crescimento em altura foi observado na saturação de 70%, que foi 25,4% superior ao do tratamento testemunha ($V=26,5\%$) e 32,7% superior ao da saturação de 100%. Ajustando-se uma equação de regressão do tipo quadrática com aumento até 70% de saturação, que foi o ponto máximo da curva, e posterior queda até 100%.

No tratamento com saturação de 70%, a altura inicial das mudas foi de 7,4 m, atingindo 40 cm ao final do experimento, ou seja, um crescimento de 18,5%. Enquanto no tratamento com 100% de saturação o crescimento em altura foi menor que no tratamento sem aplicação de calcário. Essa resposta da espécie à aplicação de calcário significa que, embora possa crescer em ambiente típico de Cerrado, no qual se tem baixas disponibilidades de bases trocáveis e elevadas concentrações de Al, a *T. serratifolia* pode apresentar maior crescimento em solos corrigidos. Souza et al. (2008), Benedetti et al. (2009), Tucci et al. (2010) e Costa et al. (2013) também observaram maior crescimento em altura das mudas de *M. nictitans*, *Maytenus ilicifolia*, *Ochroma lagopus*

e *Mimosa caesalpinifolia*, respectivamente, após a aplicação de calcário ao substrato.

O maior crescimento em altura em $V = 70\%$ está relacionado, possivelmente, à saturação em que os nutrientes estão disponíveis nas concentrações que a espécie requer, ou em que não há desequilíbrios que possam prejudicar suas disponibilidades. Ao passo que, na saturação de 100%, pode haver decréscimo nessa concentração, principalmente dos micronutrientes, devido à elevação do pH.

Para o crescimento em diâmetro, as mudas submetidas à saturação de 70% apresentaram valores até 27,2% superiores ao do tratamento testemunha, porém não significativo. Nessa saturação, o diâmetro de colo aumentou de 2,00 mm para 6,00 mm (crescimento de 33%). Esses resultados auxiliam a comprovar a necessidade da *T. serratifolia* pela melhoria das condições de acidez do solo, o que é importante porque essa característica está relacionada com o potencial de sobrevivência das mudas após o plantio definitivo.

Cruz et al. (2004) observaram valores de diâmetro entre 7,32 mm e 8,68 mm em mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley, no nível de 44,5% de

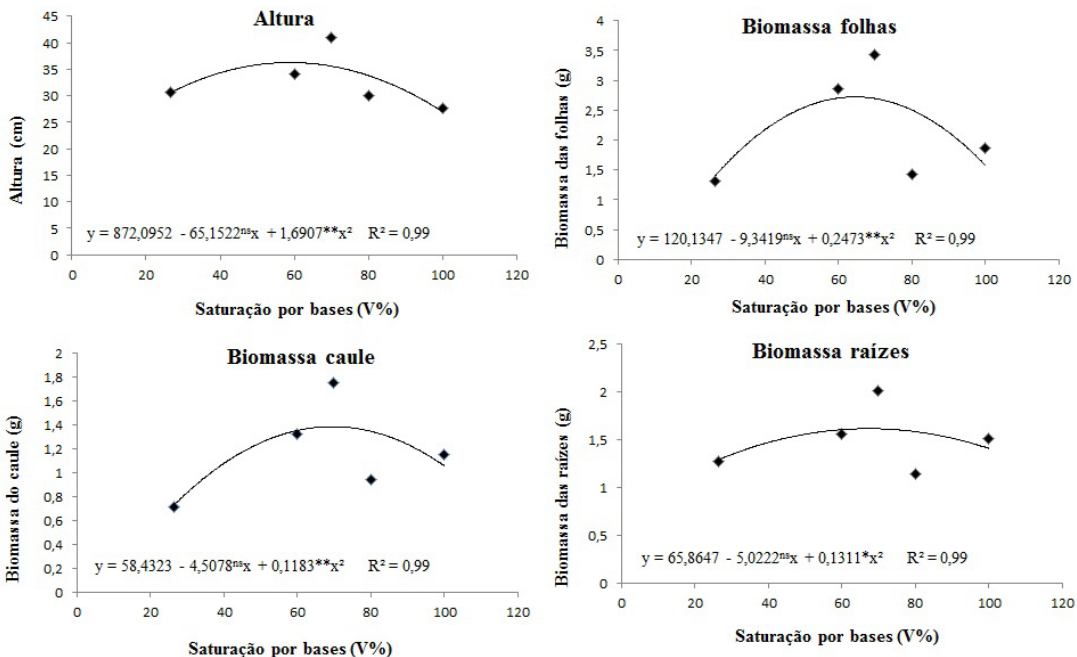


Figura 1. Equações de regressão para altura, biomassa das folhas, biomassa do caule e biomassa da raiz de mudas de *Tabebuia serratifolia* submetidas às elevações da saturação por bases, após 120 dias.

Figure 1. Regression equations to height, leaf biomass, stem biomass and root biomass of *Tabebuia serratifolia* seedlings submitted to elevated cation saturation, after 120 days.

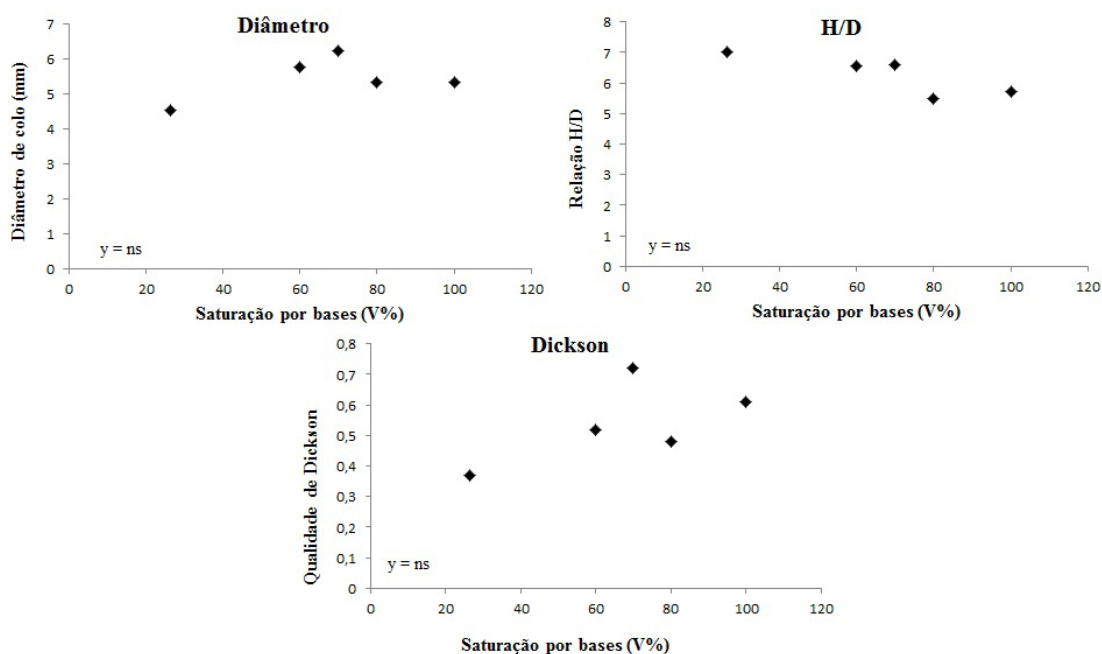


Figura 2. Equações de regressão para diâmetro, relação H/D e índice de qualidade de Dickson de mudas de *Tabebuia serratifolia* submetidas às elevações da saturação por bases, após 120 dias.

Figure 2. Regression equations to diameter, H/D relation, Dickson quality index of *Tabebuia serratifolia* seedlings submitted to elevated cation saturation, after 120 days.

saturação por bases. No presente caso, as médias estiveram entre 4,54 mm e 6,24 mm, demonstrando que existem diferenças no crescimento das espécies, mesmo que estas pertençam ao mesmo gênero. Souza et al. (2008) e Costa et al. (2013) também observaram aumento no incremento em diâmetro em *M. nictitans* e *M. caesalpinifolia*, em função da elevação da saturação por bases.

Considerando as recomendações de Xavier et al. (2009), em que as mudas estarão aptas ao plantio quando atingirem de 20 a 40 cm de altura e 2 mm de diâmetro, notou-se que todos os tratamentos teriam proporcionado condições para que as mudas apresentassem essa aptidão. Porém, há que se considerar que, na saturação por bases de 70%, as mudas atingiram altura e diâmetro adequados ao plantio anteriormente às mudas dos outros tratamentos, o que implica na redução do tempo de crescimento e de permanência no viveiro. Isso significa vantagem para os viveiristas, principalmente quando se trata de produção em larga escala, pois terá maior quantidade de mudas em menor tempo.

A calagem também influenciou na biomassa da *T. serratifolia* (Figura 1), o que se assemelha ao

observado por Souza et al. (2008), Benedetti et al. (2009), Tucci et al. (2010), Maeda & Bognola (2011) e Costa et al. (2013). Os dados para a produção de biomassa seguiram uma curva quadrática para folhas, caule e raiz, com as menores médias no tratamento sem adição de calcário e aumento até 70% de saturação por bases, seguido de queda até V = 100%. Isso demonstra que se atingiu a produção de biomassa máxima para a espécie em V = 70%.

Em relação à massa seca de folhas, Cruz et al. (2004) ressaltaram que, quanto maior a massa, maior a capacidade fotossintética e maior o vigor das plantas. O que, nesse caso, foi obtido com a saturação de 70%, na qual as mudas apresentaram biomassa seca das folhas com média 62% superior à do tratamento testemunha, garantindo maior crescimento também nesse tratamento. Em níveis de saturação superiores a 70%, houve redução na produção de biomassa, o que pode estar relacionado à redução no crescimento em altura. Essa vantagem se refletirá na maior sobrevivência das mudas no campo, permitindo menor número de reposições. Segundo Maeda & Bognola (2012), essa resposta das plantas pode se dar porque a calagem aumenta a eficiência de utilização do P para a produção

de matéria seca da parte aérea, como observado em *Eucalyptus dunnii* Maiden. Além disso, a calagem aumenta a solubilidade dos demais macronutrientes e melhora as condições de crescimento do sistema radicular, facilitando a absorção de nutrientes.

Esses resultados se assemelham aos observados para produção de biomassa no caule e na raiz, que foram 40% e 49%, respectivamente, superiores ao do tratamento testemunha. No caso da biomassa no caule, também se verificaram médias superiores na saturação de 70%, o que pode ter influenciado no crescimento em diâmetro e em altura, para que atingissem valores adequados para o transplante para o campo em menor tempo.

A maior produção de biomassa de raiz na saturação de 70% conferiu a obtenção de mudas de melhor qualidade, uma vez que possibilitou maior absorção de nutrientes pela exploração de um volume maior de solo. Um exemplo disso é o Ca. De acordo com Silva et al. (2013), o efeito do Ca se dá nos pontos de crescimento das plantas, assim, o sistema radicular se desenvolve mais e as mudas se tornam mais resistentes

a danos físicos. Outro efeito da calagem é a redução da adsorção do P, disponibilizando-o para a planta. De acordo Stahl et al. (2013), a geometria das raízes influencia o crescimento da planta e a aquisição de nutrientes, especialmente os com baixa mobilidade no solo, como o P e o K, que dependem diretamente do desenvolvimento radicular (Matos et al., 2012). O aumento na produção de biomassa radicular após a calagem também foi observado por Silva et al. (2007), Costa et al. (2013) e Silva et al. (2013).

Logo, recomenda-se utilizar a calagem para elevar a saturação do substrato até 70%, para a produção de mudas de *T. serratifolia*, a fim de obter mudas de melhor qualidade, ao analisar os dados de crescimento.

3.2. Concentração de macronutrientes em *T. serratifolia*

A saturação por bases influenciou na concentração de macronutrientes (Figura 3) nas mudas de *T. serratifolia*. Porém, não houve diferença entre os tratamentos nas

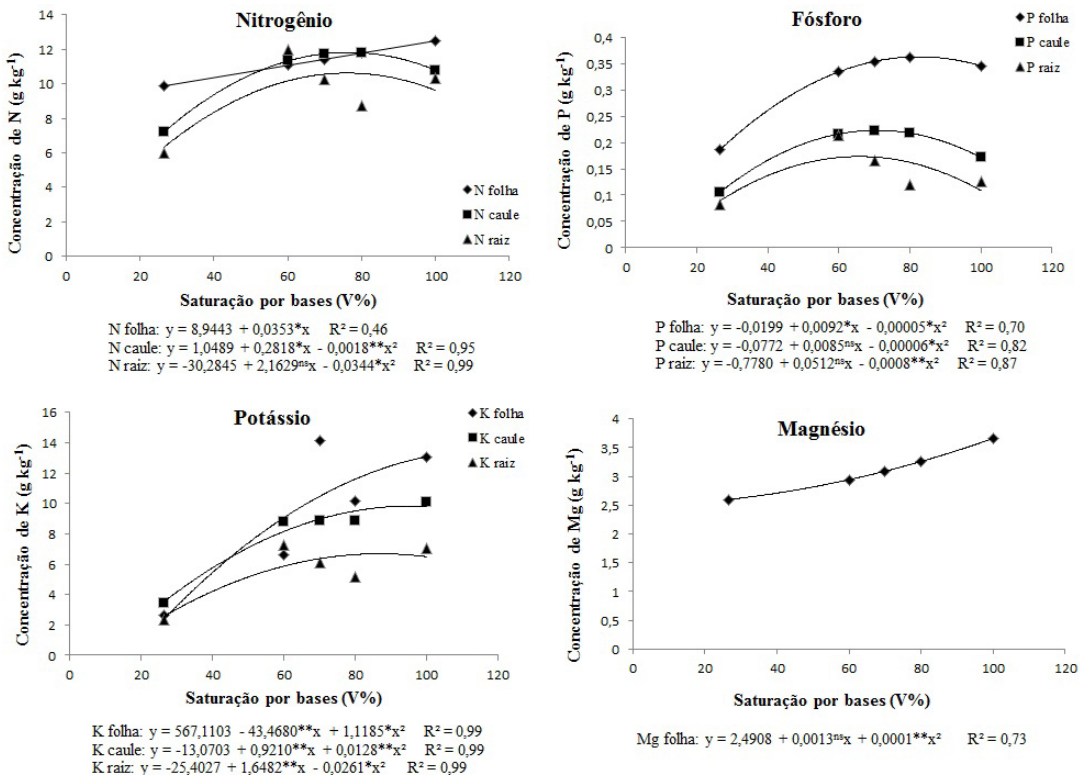


Figura 3. Concentrações de N, P, K e Mg em mudas de *Tabebuia serratifolia* submetidas às elevações da saturação por bases, após 120 dias.

Figure 3. Concentrations of N, P, K and Mg on *Tabebuia serratifolia* seedlings submitted to elevated cation saturation, after 120 days.

concentrações de Mg no caule e na raiz; e de Ca e de S nas folhas, caule e raiz (Figura 4).

De acordo com Tucci et al. (2010), as espécies florestais respondem de forma diferenciada à calagem. Por isso, faz-se necessário verificar se a aplicação do calcário não limitou a disponibilidade de macronutrientes e, por consequência, sua absorção pela planta. O conhecimento das concentrações de macronutrientes nas folhas das plantas é importante porque, com a planta bem suprida nutricionalmente, o crescimento e a produção de biomassa ocorrem adequadamente.

A elevação da saturação por bases favoreceu as concentrações de N nas folhas, no caule e nas raízes das mudas de *T. serratifolia*. Nas folhas, as concentrações de N foram consideradas adequadas nos tratamentos com 70% e com 100% de saturação por bases, segundo Malavolta et al. (1997), pois permaneceram entre 12 e 35 g kg⁻¹. Provavelmente em decorrência do crescimento linear das concentrações, conforme a elevação da saturação. Nesse caso, a calagem foi capaz de aumentar a disponibilidade de N até V=100%, porém, isso não significou maiores respostas nesse tratamento, provavelmente por causa do desequilíbrio com os demais nutrientes. Isso é explicado pelo aumento no

pH do solo proporcionado pela calagem. Os valores adequados de N são importantes porque, de maneira geral, grandes quantidades de N são requeridas pelas plantas (Gonçalves et al., 2012) em decorrência das suas funções, estando diretamente relacionado com o crescimento e produção de biomassa. Silva et al. (2008) e Tucci et al. (2010) também observaram aumento na concentração de N após a aplicação de calcário em mudas de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. e de *Ochroma lagopus* Sw, respectivamente.

Na biomassa do caule, todos os tratamentos em que se aplicou calcário proporcionaram concentrações superiores de N, quando estes foram comparados à testemunha, no entanto, as maiores concentrações foram observadas na saturação de 70%. Na parte radicular, as saturações 60%, 70% e 100% foram as que proporcionaram as maiores concentrações. Esse acúmulo de N é importante, uma vez que o elemento é translocado para as folhas. Porém, ao comparar folhas, caule e raiz, verificaram-se as menores concentrações de N nas raízes por causa da mobilidade do elemento na planta.

As concentrações de P também foram influenciadas pela elevação da saturação por bases em todas as partes das plantas, sendo maiores nas folhas devido

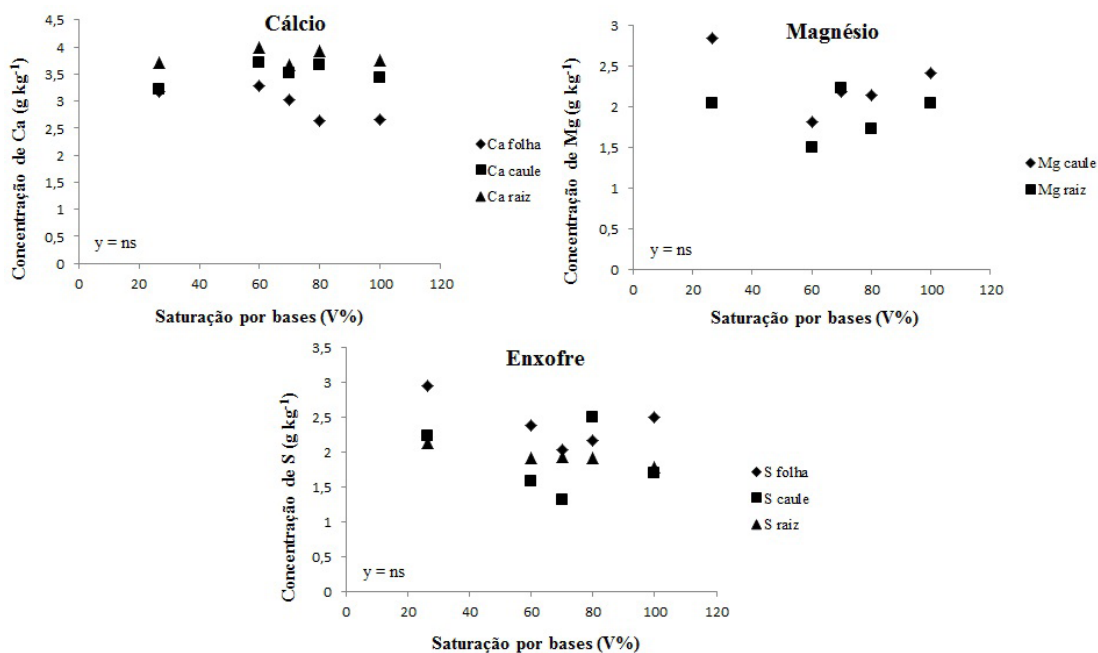


Figura 4. Concentrações de Ca, Mg e S em mudas de *Tabebuia serratifolia* submetidas às elevações da saturação por bases, após 120 dias.

Figure 4. Concentrations of Ca, Mg and S on *Tabebuia serratifolia* seedlings submitted to elevated cation saturation, after 120 days.

à mobilidade do elemento na planta. Nas folhas, as maiores concentrações foram nas saturações de 70% e de 80%, com queda na mais elevada, no entanto, estiveram abaixo da recomendada por Malavolta et al. (1997), que é de 1,0 e 2,3 g kg⁻¹.

Apesar das maiores concentrações em tratamentos com adição de calcário, não se observaram sintomas de deficiências de P nas mudas de *T. serratifolia* até os 120 dias de crescimento. Isso pode demonstrar maior eficiência na absorção de P em condições de baixa disponibilidade, como foi o caso do tratamento sem adição de calcário. Fontes et al. (2013) verificaram elevada produção de massa em *M. caesalpinifolia* em solos com baixos teores de P. Segundo os autores, espécies com esse comportamento têm melhor desempenho nos programas de revegetação de áreas degradadas. Além disso, somente a adição de calcário e de P pode não ser suficiente para aumentar as concentrações do nutriente, isso dependerá de suas concentrações iniciais no solo, bem como do poder tampão deste.

No caule e na raiz, as maiores concentrações de P também foram verificadas nas mudas submetidas à saturação de 70%. Essas concentrações radiculares de P são importantes devido às funções que o elemento desempenha no desenvolvimento do sistema radicular das plantas, aumentando o volume de absorção, influenciando, posteriormente, no crescimento da parte aérea, após a aplicação de calcário, propiciando o ajuste de equação quadrática de regressão para folhas, caule e raízes. Silva et al. (2008), Tucci et al. (2010) e Maeda & Bognola (2011) também observaram aumento na concentração de P após a aplicação de calcário, em mudas de *C. pentandra*, *O. lagopus* e *E. dunnii*, respectivamente.

As saturações de 70%, 80% e 100% influenciaram positivamente nas concentrações de K nas folhas da *T. serratifolia*, com concentrações adequadas, segundo recomendação de Malavolta et al. (1997), o que auxilia a explicar o crescimento das mudas até os 120 dias. Portanto, a calagem aumentou a disponibilidade do elemento em níveis adequados para a espécie, fato importante porque o elemento faz parte da abertura e fechamento dos estômatos e, desse modo, está diretamente ligado à taxa de transpiração (Favare et al., 2012). Isso em decorrência do aumento da saturação por bases, que proporcionou uma redução nos teores de H e de Al trocáveis, deixando as cargas negativas

dos coloides do solo ocupadas por bases, como é o caso do K.

No caule e nas raízes, todos os tratamentos com aplicação de calcário proporcionaram concentrações superiores de K, destacando-se nas saturações de 70% e de 80% no caule, e de 70% nas raízes, com ajuste de modelo quadrático de regressão. Resultados importantes devido à facilidade de translocação do elemento, portanto, as maiores concentrações de K nesses tratamentos permitem ressaltar que maiores concentrações do elemento serão transportadas até as folhas, uma vez que não se observaram dificuldades de translocação. Silva et al. (2008) e Tucci et al. (2010) também observaram aumento na concentração de K após a aplicação de calcário em *C. pentandra* e *O. lagopus*, respectivamente.

Todos os tratamentos disponibilizaram concentrações adequadas de Ca nas folhas das *T. serratifolia*, segundo faixa recomendada por Malavolta et al. (1997), o que significa que os teores de Ca presentes no solo já seriam suficientes para o seu crescimento. Essa condição é importante, pois a maior disponibilidade de Ca na solução possibilita maior contato deste com o sistema radicular (Silva et al., 2013) e, conseqüentemente, maior desenvolvimento, já que esse macronutriente é absorvido por interceptação radicular, portanto, deve estar em concentrações adequadas. No entanto, o tratamento testemunha foi considerado igual aos tratamentos com calcário, o que pode demonstrar a baixa exigência da espécie em Ca nessa fase de crescimento, também observada por Cruz et al. (2011), Costa et al. (2013) e Gonçalves et al. (2014) em mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert, *M. caesalpinifolia* e *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.

Ao comparar as concentrações de Ca nas folhas, caule e raiz, verificaram-se os menores valores nas folhas devido à baixa mobilidade do elemento na planta e as maiores nas raízes. Resultados que são explicados por causa das funções do Ca no desenvolvimento radicular. As concentrações de Ca no caule e nas raízes foram menores em V = 70%, com posterior aumento nos demais tratamentos, sem significância. O que pode ter ocorrido por uma interação negativa com Mg, já que são elementos que competem pelo mesmo sítio de troca nas plantas.

As concentrações de Mg nas folhas permaneceram em níveis adequados em todos os tratamentos,

segundo recomendação de Malavolta et al. (1997) de que a planta deve apresentar entre 1,5 e 5,0 g kg⁻¹ de Mg, ajustando-se uma equação quadrática. Assim como ocorreu nas concentrações de N, as de Mg apresentaram-se de forma crescente, com os maiores valores em V = 100%. Porém, elevar a saturação até 100% não significou os maiores crescimentos ou produções de biomassa nesse tratamento, porque essas concentrações parecem ter sido superiores às demandadas pela espécie, visto que em V = 26,5% elas já se encontravam em níveis adequados. Sena et al. (2010), Cruz et al. (2011), Costa et al. (2013) e Gonçalves et al. (2014), ao trabalharem com adição de calcário em mudas de *Dinizia excelsa* Ducke, *P. dubium*, *M. caesalpinifolia* e *D. nigra*, respectivamente, explicaram que, nesses casos, as concentrações de Ca e Mg presentes no solo foram suficientes para manter o crescimento das mudas. No entanto, concentrações adequadas são requeridas porque, entre as principais funções do Mg destaca-se a sua participação na clorofila, sendo este também ativador de enzimas (Gonçalves et al., 2012).

Diferentemente das folhas, tanto no caule quanto nas raízes as concentrações de Mg no tratamento sem adição de calcário se destacaram, sem significância. O que explica os menores crescimentos nesses tratamentos, já que o Mg exerce funções no processo fotossintético como componente das clorofilas. Porém, as médias observadas no caule foram semelhantes às verificadas nas folhas, enquanto as menores foram verificadas nas raízes, o que pode indicar uma fase de translocação do elemento.

A aplicação de calcário também favoreceu a disponibilidade de S. No entanto, as folhas apresentaram concentrações acima das recomendadas, que é de 1,4 a 2,0 g kg⁻¹ de S, segundo Malavolta et al. (1997). Semelhante ao observado por Tucci et al. (2010) ao aplicar calcário para produção de mudas de *O. lagopus*. Nesse caso, V = 70% parece ter sido a que reduziu as concentrações de S nas folhas a níveis não prejudiciais para o crescimento da *T. serratifolia*, e isso influencia no crescimento das plantas porque o elemento está relacionado com a produção de proteínas.

Portanto, ao corrigir a acidez do solo, a calagem disponibilizou nutrientes nas concentrações demandadas pela *T. serratifolia* para o seu crescimento. Dessa forma, o calcário pode ser utilizado na produção de mudas

da espécie, em quantidade necessária para elevar a saturação por bases para 70%.

4. CONCLUSÕES

As características morfológicas e a nutrição das mudas de *T. serratifolia* foram influenciadas pela elevação da saturação por bases do solo, recomendando-se a saturação de 70%.

A elevação da saturação por bases a 70% aumentou as concentrações de N, K, Ca, Mg e S nas mudas de *T. serratifolia*, para níveis adequados, segundo recomendação da literatura. Dessa forma, a espécie se mostrou exigente em fertilidade do solo durante o crescimento em viveiro.

Dentre os macronutrientes, N e K foram os mais exigidos pelas mudas de *T. serratifolia*.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 11 maio, 2016

Aceito: 7 set., 2016

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Cristiane Vieira

Universidade de Cuiabá – UNIC, Avenida Beira Rio, 3100, Jardim Europa, CEP 78065-443, Cuiabá, MT, Brasil
e-mail: cris00986@hotmail.com

REFERÊNCIAS

- Alvarez VH. *Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofres em dois latossolos de Minas Gerais*. Viçosa: Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa; 1974.
- Benedetti EL, Serrat BM, Santin D, Brondani GE, Reissmann CB, Biasi LA. Calagem e adubação no crescimento de espinheira-santa [*Maytenus ilicifolia* (Schrud.) Planch.] em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 2009; 11(3): 269-276. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722009000300007>.
- Carlos L, Venturin N, Macedo RLG, Higashikawa EM, Garcia MB, Farias ES. Crescimento e nutrição mineral de mudas de pequi sob efeito da omissão de nutrientes. *Ciência Florestal* 2014; 24(1): 13-21. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509813318>.

- Costa RT Fo, Valeri SV, Cruz MCP. Calagem e adubação fosfatada no crescimento de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em Latossolo vermelho-amarelo. *Ciência Florestal* 2013; 23(1): 89-98. <http://dx.doi.org/10.5902/198050988442>.
- Cruz CAF, Cunha ACMCM, Paiva HN, Neves JCL. Macronutrientes na produção de mudas de canafístula em Argissolo Vermelho Amarelo da região da Zona da Mata, MG. *Ciência Florestal* 2011; 21(3): 445-457. <http://dx.doi.org/10.5902/198050983802>.
- Cruz CAF, Paiva HN, Gomes KCO, Guerrero CRA. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Scientia Forestalis* 2004; (66): 100-107.
- Dickson A, Leaf AL, Hosner JF. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. *Forest Chronicle* 1960; 36: 10-13.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. *Manual de métodos de análise do solo*. 2. ed. Brasília: EMBRAPA; 1997. 212 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Brasília: EMBRAPA; 2006. 412 p.
- Favare LG, Guerrini IA, Backes C. Níveis crescentes de saturação por bases e desenvolvimento inicial de teca em um Latossolo de textura média. *Ciência Florestal* 2012; 22(4): 693-702. <http://dx.doi.org/10.5902/198050987551>.
- Fontes AG, Gama-Rodrigues AC, Gama-Rodrigues EF. Eficiência nutricional de espécies arbóreas em função da fertilização fosfatada. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2013; 33(73): 9-18.
- Gonçalves EO, Paiva HN, Neves JCL, Gomes JM. Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) submetidas a doses de N, P, K, Ca e Mg. *Revista Árvore* 2012; 36(2): 219-228. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000200003>.
- Gonçalves EO, Petri GM, Caldeira MVW, Dalmaso TT, Silva AG. Crescimento de mudas de *Ateleia glazioviana* em substratos contendo diferentes materiais orgânicos. *Floresta e Ambiente* 2014; 21(3): 339-348. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.029213>.
- Maeda S, Bognola IA. Efeito da calagem, do fosfato natural de Gafsa e superfosfato triplo no crescimento inicial e absorção de fósforo em *Eucalyptus dunnii*. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2011; 31(8): 355-361. <http://dx.doi.org/10.4336/2011.pfb.31.68.355>.
- Maeda S, Bognola IA. Influência de calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial de eucalipto e nos níveis críticos de P. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2012; 32(72): 401-407. <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.72.401>.
- Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafos; 1997. 319 p.
- Matos GSB, Silva GR, Gama MAP, Vale RS, Rocha JEC. Desenvolvimento inicial e estado nutricional de clones de eucalipto no nordeste do Pará. *Acta Amazonica* 2012; 42(4): 491-500. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000400006>.
- Passos MAM. *Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (Prosopis juliflora (SW) DC)*. Viçosa: Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; 1994.
- Sena JS, Tucci CAF, Lima HN, Hara FAS. Efeito da calagem e da correção dos teores de Ca e Mg do solo sobre o crescimento de mudas de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). *Acta Amazonica* 2010; 40(2): 309-317. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000200009>.
- Silva ARM, Tucci CAF, Lima HN, Figueiredo AF. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*). *Acta Amazonica* 2007; 37(2): 195-200. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000200004>.
- Silva ARM, Tucci CAF, Lima HN, Souza PA, Venturin N. Efeitos de doses crescentes de calcário na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn.). *Floresta* 2008; 38(2): 295-302. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v38i2.11623>.
- Silva PMC, Uchôa SCP, Barbosa JBF, Bastos VJ, Alves JMA, Farias LC. Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*). *Revista Agroambiente* 2013; 7(1): 63-69.
- Silva TAF, Tucci CAF, Santos JZL, Batista IMP, Miranda JF, Souza MM. Calagem e adubação fosfatada para a produção de mudas de *Swietenia macrophylla*. *Floresta* 2011; 41(3): 459-470. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v41i3.23992>.
- Souza PH, Paiva HN, Neves JCL, Gomes JM, Marques LS. Influência da saturação por bases do substrato no crescimento e qualidade de mudas de *Machaerium nictitans* (Vell.) Benth. *Revista Árvore* 2008; 32(2): 194-201. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000200001>.
- Stahl J, Ernani PR, Gatiboni LC, Chaves DM, Neves CU. Produção de massa seca e eficiência nutricional de clones de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* em função da adição de doses de fósforo ao solo. *Ciência Florestal* 2013; 23(2): 287-295. <http://dx.doi.org/10.5902/198050989275>.
- Tucci CAF, Lima HN, Gama AS, Costa HS, Souza PA. Efeitos de doses crescentes de calcário em solo Latossolo Amarelo na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* sw., bombacaceae). *Acta Amazonica* 2010; 40(3): 543-548. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000300013>.
- Xavier A, Wendling I, Silva RL. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. Viçosa: UFV; 2009. 272 p.