

CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS DE JACARANDÁ-DA-BAHIA (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO COM POTÁSSIO E ENXOFRE
GROWTH AND SEEDLING QUALITY OF JACARANDÁ-DA-BAHIA IN RESPONSE TO POTASSIUM AND SULFUR FERTILIZATION

Bárbara Elias dos Reis¹ Haroldo Nogueira de Paiva² Thais Chagas Barros³
Alberto Luís Ferreira⁴ Wandrey da Costa Cardoso⁵

RESUMO

Estudos recentes dão ênfase às florestas nativas pela sua importância no contexto de produção de madeira, frutos e na conservação ambiental. Um dos pontos importantes, ainda a ser estudado, é a nutrição das espécies utilizadas nestes reflorestamentos. O objetivo deste trabalho foi estudar as exigências nutricionais de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) em relação à adubação com potássio e enxofre, na fase de produção de mudas. Para isso, foi conduzido um experimento no viveiro de pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa, utilizando vasos de polietileno rígido com 2,0 dm³ de capacidade e como substrato um Latossolo Vermelho-Amarelo álico. Foi adotado um esquema fatorial, disposto em delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando-se como tratamentos cinco doses de potássio (0; 50; 100; 150 e 200 mg dm⁻³ de K) combinadas com seis doses de enxofre (0, 20, 40, 60, 80 e 100 mg dm⁻³ de S), as quais foram parceladas em quatro aplicações: 0, 30, 60 e 90 dias após o raleio. Após 157 dias de semeadura, foram colhidos dados da altura, do diâmetro do coleto, da matéria seca da parte aérea e da raiz, além das relações altura/diâmetro do coleto, altura/massa seca parte aérea, massa seca parte aérea/massa seca de raiz e o índice de qualidade de Dickson. As mudas de jacarandá-da-bahia responderam negativamente à adubação potássica para a maioria das características avaliadas. Considerando a produção de matéria seca total, recomenda-se a aplicação de 30 mg dm⁻³ de S e 30 mg dm⁻³ de K para a produção de mudas de jacarandá-da-bahia.

Palavras-chave: adubação mineral; espécies nativas; mudas.

ABSTRACT

Recent studies are focusing on native forests because of their importance on the production of timber, fruits and on the environmental conservation. One of the main aspects yet to be studied is the nutrition of the species used in these reforestation. The objective of this work was to study the demands of K and S jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) seedlings. An experiment was conducted in the nurseries of Forestry Department in the Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazil, using a Complete Randomized Designed, with five doses of potassium (0, 50, 100, 150 and 200 mg dm⁻³ of K) and six doses of sulfur (0, 20, 40, 60, 80 and 100 mg dm⁻³ of S). The nutrients were applied in four split doses, 0, 30, 60 and 90 days after sowing. The height data, the stem diameter and the root dry matter were recorded after 157 days of sowing. The relationships between shoot/root ratio, plant height stem diameter ratio and the Dickson quality index (DQI) were taken. The seedling showed a negative response to potassium fertilization for most of the characteristics evaluated. The application of 30 mg dm⁻³ of S and 30 mg dm⁻³ of K is recommended for jacarandá-da-bahia seedling production for maximum dry mass production.

Keywords: mineral fertilization; native species; seedling.

1. Engenharia Florestal, Msc, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa (MG). Bolsista do CNPq. beliasreis@gmail.com
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa (MG). hnpaiva@ufv.br
3. Estudante de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa (MG). Bolsista do CNPq. thaisbarross@hotmail.com
4. Engenheiro Florestal, Técnico da Empresa Raiz Florestal Agropecuária Ltda., Rod. Três Marias, Corinto, MG 220, km 55, CEP 39205-000, Três Marias (MG). albertoferreira.ufv@hotmail.com
5. Engenheiro Florestal, Autônomo. wandreyenf@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 24/03/2010 e aceito em 25/05/2011

INTRODUÇÃO

Para as espécies florestais, em especial as nativas, ainda são incipientes as informações referentes às suas exigências nutricionais, durante o seu crescimento inicial (CECONI et al., 2006). Devido à ampla diversidade genética e diferentes demandas nutricionais, não há como definir um padrão de fertilização que satisfaça as exigências de todas as espécies, evidenciando a necessidade de programas específicos para este fim.

A dosagem ótima de um nutriente para determinada espécie pode promover o decréscimo da taxa de crescimento em outras. Um exemplo disso é evidenciado pelas espécies *Stenolobium stans*, *Guazuma ulmifolia*, *Trema micrantha* (SILVA et al., 1997), *Peltophorum dubium* (CRUZ, 2007), *Mimosa tenuiflora* (FERNÁNDEZ et al., 1996), que foram responsivas à adubação potássica, oposto ao encontrado para *Acacia auriculiformis* (BALIEIRO et al., 2001) e *Acacia mangium* (DIAS et al., 1991) nas quais a adição deste nutriente promoveu diminuição de crescimento inicial.

Estas mesmas diferenças de comportamento foram observadas em relação à adubação sulfatada, em que *Apuleia leiocarpa* (MISSIO et al., 2004), *Mimosa tenuiflora* (FERNÁNDEZ et al., 1996), *Acacia holosericea* (BALIEIRO et al., 2001) e *Eucalyptus pilularis* (FURTINI NETO et al., 1988) apresentaram respostas positivas à adição de S, diferente do encontrado para *Acacia auriculiformis* (BALIEIRO et al., 2001) e *Sclerolobium paniculatum* (DIAS et al., 1992) que resultou em respostas negativas, para todas as características de crescimento analisadas da primeira, e ausência de resposta para a segunda espécie.

Para a realização de projetos que objetivem a conservação ambiental e exploração de espécies florestais, tais como: recuperação de áreas degradadas, proteção de mananciais, conservação dos solos, estabelecimento de bancos de germoplasma, programas de melhoramento genético, plantios comerciais para exploração econômica de produtos florestais madeireiros ou não madeireiros, entre outros, que se fundamentam na coleta de sementes e reprodução das espécies (MELO et al., 1998; FURTINI NETO et al., 1999), a utilização de mudas de qualidade é um fator essencial para o sucesso destes empreendimentos.

Esta qualidade é diretamente afetada pela condição nutricional e se reflete no campo pelo

aumento do percentual de sobrevivência após o plantio e pela diminuição da frequência de tratos silviculturais na manutenção do povoamento recém-implantado (CARNEIRO, 1995).

Algumas espécies de leguminosas como: angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), bico-de-pato (*Machaerium nictitans*) e garapa (*Apuleia leiocarpa*), testadas sob efeito de diferentes fontes e doses de nitrogênio, obtiveram maior crescimento e desenvolvimento quando utilizada como fonte o sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) (MARQUES, 2004; MARQUES, 2006). O sulfato de amônio possui em sua composição aproximadamente 23% de enxofre, nutriente importante para a produção de aminoácidos, proteínas e clorofila, componente de vitaminas e de alguns hormônios na planta (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

O potássio é um nutriente requerido em maiores quantidades que o enxofre. Sua absorção ocorre principalmente durante o período de crescimento vegetativo, seu teor nas plantas é somente inferior ao nitrogênio e sua ausência pode resultar em restrição da fotossíntese, clorose seguida de necrose e diminuição do crescimento (RAIJ, 1991).

O jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.), pertencente à família Fabaceae, é uma espécie secundária tardia, ocorrendo naturalmente em solos de baixa fertilidade e possui crescimento de moderado a rápido, em locais fora de sua área de ocorrência natural. Sua madeira é de boa qualidade, com aparência agradável e indicada para construção de móveis de luxo. Recomendada para a produção de carvão e lenha, a espécie pode ser usada em arborização de praças, parques e avenidas e é indicada para recuperação do solo, por depositar razoável camada de folhas e mostrar grande amplitude de tolerância ambiental (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de K e S e determinar as doses críticas destes nutrientes para o crescimento inicial de jacarandá-da-bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal, pertencente à Universidade Federal de Viçosa,

no período de fevereiro a julho de 2009. Como substrato, foi utilizado um Latossolo Vermelho-Amarelo álico, proveniente da microrregião de Viçosa, retirado da camada abaixo de 20 cm de profundidade, seco ao ar e posteriormente peneirado e caracterizado quimicamente (Tabela 1).

Após a aplicação de corretivos na forma de CaCO_3 e MgCO_3 , na relação estequiométrica de 4:1, elevando a saturação por bases a 60%, conforme preconizado por Gonçalves et al. (2000), as amostras de solo foram incubadas por um período de 30 dias, com umidade mantida próxima à capacidade de campo. Uma vez incubado, o solo recebeu adubação básica de macronutrientes via solução, nas seguintes doses: $\text{P} = 300 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{N} = 200 \text{ mg dm}^{-3}$ (parcelado em 4 aplicações), tendo como fontes, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NH_4NO_3 e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ como sugerido por Passos (1994) e de micronutrientes, nas seguintes doses: $\text{B} = 0,81 \text{ mg dm}^{-3}$ (H_3BO_3), $\text{Cu} = 1,33 \text{ mg dm}^{-3}$ ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), $\text{Mo} = 0,15 \text{ mg dm}^{-3}$ [$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$], $\text{Mn} = 3,66 \text{ mg dm}^{-3}$ ($\text{MnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e $\text{Zn} = 4,0$ ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (ALVAREZ V. et al., 2006).

As sementes de jacarandá-da-bahia foram colhidas em árvores matrizes, localizadas na região de Viçosa-MG, pelo Setor de Silvicultura do DEF/UFV. Foram utilizadas cinco sementes por vaso e, após 30 dias, foi feito o raleio, restando somente a muda mais vigorosa e central.

TABELA 1: Análise química das amostras do solo utilizadas na produção de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.).

TABLE 1: Chemical analysis of the soil samples used to produce seedlings of jacarandá-da-bahia.

pH _(H2O)	4,73
P ¹ (mg dm ⁻³)	0,9
K ¹ (mg dm ⁻³)	10
S (mg dm ⁻³)	46
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,14
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,03
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	1,2
V (%)	3,6
m (%)	85,7

Em que: pH em água - Relação 1:2,5; ¹Extrator Mehlich-1; Ca⁺², Mg⁺² e Al⁺³ - Extrator KCl 1mol/L; V- Índice de saturação por bases; m - Saturação por alumínio.

Para a realização do experimento foi adotado um esquema fatorial, disposto em delineamento estatístico inteiramente casualizado, utilizando-se como tratamentos cinco doses de potássio (0; 50; 100; 150 e 200 mg dm⁻³ de K), combinadas com seis doses de enxofre (0, 20, 40, 60, 80 e 100 mg dm⁻³ de S), as quais foram parceladas em quatro aplicações: 0, 30, 60 e 90 dias, após o raleio. A unidade experimental foi composta por um vaso de polietileno rígido, contendo 2,0 dm³ de solo e quatro repetições. As parcelas foram irrigadas periodicamente de forma a manter o solo com cerca de 60% da capacidade de campo, até o final do experimento.

Cento e cinquenta e sete dias após a semeadura, foram colhidos valores de altura (H) e de diâmetro do coleto (DC) das mudas, utilizando, para isto, uma régua graduada em centímetros e um paquímetro digital em milímetros, respectivamente. Logo após a tomada dos valores de altura e do diâmetro do coleto, a parte aérea e as raízes das plantas foram separadas, e colocadas em estufa de circulação de ar a 65°C por três dias, para secagem. Após o período de secagem na estufa, as partes das mudas foram pesadas, para se obter os valores de matéria seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR). A partir desses dados foi possível calcular a relação altura/diâmetro (RHDC), a relação peso de matéria seca da parte aérea/peso de matéria seca de raiz (RMSPAMSR), altura/peso de matéria seca de parte aérea (RHMSPA) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST}}{\text{H/D} + \text{MSPA/MSR}}$$

Os dados foram interpretados estatisticamente, por meio de análise de variância e análises de regressão, utilizando o *Software Statistica 6.0*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral a adição de S não proporcionou efeito significativo nos parâmetros vegetativos avaliados em mudas de jacarandá-da-bahia, exceto para produção de matéria seca de raiz e total, em que se observou resposta quadrática. Em estudos conduzidos em Latossolo Vermelho-Amarelo, substrato semelhante ao utilizado neste experimento, para *Acacia auriculiformis*, a fertilização com S também não apresentou efeito

significativo, entretanto, para *Senna multijuga*, *Cedrela fissilis*, *Caesalpineia ferrea* e *Piptadenia gonoacantha* a ausência deste nutriente limitou-lhes o crescimento inicial (RENÓ et al., 1997; BALIEIRO et al., 2001).

A adição de K afetou negativamente a produção de mudas de jacarandá-da-bahia. Para altura, produção de matéria seca da parte aérea, raiz e total ocorreu interação significativa entre os nutrientes testados e foi observada resposta linear decrescente, nas três primeiras doses de S (0, 20 e 40 mg dm⁻³), à medida que se aumentavam as doses de K, nas doses subsequentes de S (60, 80, 100 mg dm⁻³) obteve-se resposta quadrática (Tabelas 2 e 3).

A possível explicação para estes resultados pode ser consequência da maior demanda exigida por K, pois ocorreu maior crescimento das mudas à medida que se aumentou a disponibilização de S no solo.

As doses de potássio que proporcionaram máxima altura (Tabela 2) se encontraram entre 55,59 e 113,97 mg dm⁻³. Em mudas de *Acacia auriculiformis* foi observada diminuição da taxa de crescimento à medida que se aumentavam as doses de K, enquanto para *Acacia holosericea* ocorreu tendência de acréscimo na altura das plantas, com o aumento das doses aplicadas, indicando que, para ambas as espécies, o K disponível no

TABELA 2: Equações de regressão para altura da parte aérea (H), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca total (MST), como variáveis dependentes das doses de potássio (mg dm⁻³) nos diferentes níveis de enxofre (mg dm⁻³), para mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.), aos 157 dias após semeadura.

TABLE 2: Regression equations for shoot height (H), shoot dry matter (MSPA), roots dry matter (MSR) and total dry matter (MST) as dependable variables to doses of potassium (mg dm⁻³) in different levels of sulfur (mg dm⁻³), for jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) seedlings at 157 days from seeding.

Variável	Doses de S	Equação de regressão	Significância (%)	R ²
H	0	$\hat{Y} = 54,77 - 0,1449X$	5	0,77
	20	$\hat{Y} = 48,26 - 0,08471X$	10	0,57
	40	$\hat{Y} = 51,35 - 0,1021X$	5	0,61
	60	$\hat{Y} = 45,23 + 0,1813X - 0,0014X^2$	15	0,98
	80	$\hat{Y} = 50,83 + 0,1400X - 0,0013X^2$	20	0,82
	100	$\hat{Y} = 27,36 + 0,27127X - 0,0012X^2$	10	0,91
MSPA	0	$\hat{Y} = 4,01 - 0,0180X$	5	0,91
	20	$\hat{Y} = 3,15 - 0,0119X$	5	0,94
	40	$\hat{Y} = 4,57 - 0,0169X$	5	0,89
	60	$\hat{Y} = 3,25 + 0,026336X - 0,0002X^2$	15	0,84
	80	$\hat{Y} = 3,23 + 0,014966X - 0,0001X^2$	20	0,76
	100	$\hat{Y} = 1,73 + 0,016383X - 0,00009X^2$	10	0,84
MSR	0	$\hat{Y} = 4,24 - 0,0129X$	10	0,80
	20	$\hat{Y} = 2,87 - 0,0055X$	10	0,81
	40	$\hat{Y} = 5,10 - 0,0191X$	5	0,97
	60	$\hat{Y} = 3,73 + 0,027683X - 0,00018X^2$	20	0,80
	80	$\hat{Y} = 3,53 + 0,019639X - 0,00011X^2$	10	0,93
	100	$\hat{Y} = 2,14 + 0,019639X - 0,00011X^2$	5	0,96
MST	0	$\hat{Y} = 8,25 - 0,0309X$	5	0,95
	20	$\hat{Y} = 6,02 - 0,0175X$	5	0,97
	40	$\hat{Y} = 9,67 - 0,03605X$	5	0,99
	60	$\hat{Y} = 6,98 + 0,0540X - 0,00038X^2$	10	0,95
	80	$\hat{Y} = 6,77 + 0,0217X - 0,0002X^2$	5	0,98
	100	$\hat{Y} = 3,87 + 0,03602X - 0,0002X^2$	5	0,98

substrato talvez estivesse próximo ao nível de exigência destas (BALIEIRO et al., 2001). Já para *Acacia mangium*, somente a altura respondeu positivamente à adubação potássica (DIAS et al., 1991). *Cedrella fissilis*, na ausência desse nutriente, apresentou deficiência no crescimento em altura das mudas, limitando a qualidade destas (SILVA e MUNIZ, 1995), entretanto, para *Senna multijuga*, *Caesalpinia ferrea* e *Piptadenia gonoacantha* não ocorreu restrição de crescimento em nenhuma das características avaliadas (RENÓ et al., 1997).

A aplicação de doses de S não surtiu efeito significativo sobre o diâmetro do coleto, no entanto, este foi negativamente afetado pela adubação potássica (Tabela 4), semelhante ao reportado por Neves et al. (2007) em *Spondias tuberosa*.

A produção da matéria seca da parte aérea (Tabela 2), em mudas de jacarandá-da-bahia, foi influenciada pela adição de potássio. O valor de máxima produção ocorreu na ausência da adubação potássica e com a adição de 40 mg dm⁻³ de S. Nas doses seguintes de S, os valores de máxima produção se encontraram entre 55 e 90 mg dm⁻³ de K. As doses críticas para esta característica se encontraram entre 4,44 e 35,03 mg dm⁻³ de K, resultado inferior ao encontrado em mudas de *Peltophorum dubium* onde a dose crítica foi de 98,2 mg dm⁻³ de K (CRUZ, 2007). Por ser espécie secundária inicial, o *Peltophorum dubium* possui taxa de crescimento superior ao jacarandá-da-bahia, que é secundária tardia, e de maneira geral,

as espécies que possuem maior taxa de crescimento na fase inicial respondem positivamente ao fornecimento de K (SILVA et al., 1997).

Silva et al. (1997) relataram que espécies pioneiras apresentam incremento significativo na matéria seca da parte aérea, quando do fornecimento de K, diferente de espécies clímax, como a *Copaifera langsdorffii*, que mostrou tendência de maior crescimento no tratamento ausente de K. Respostas semelhantes foram encontradas nas espécies pioneiras *Lithraea molleoides*, *Schinus terebinthifolius*, *Piptadenia gonoacantha*, *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Sesbania virgata*, as quais foram mais responsivas à adição de fósforo que as espécies clímax estudadas (RESENDE et al., 1999).

Para a produção de matéria seca da raiz, tanto a adição de potássio quanto a de enxofre proporcionaram efeitos significativos em mudas de jacarandá-da-bahia, porém, não se observou interação significativa entre estes nutrientes.

Com adição de potássio nas três primeiras doses de S, ocorreu decréscimo da produção de raiz e nas doses subsequentes foi observada resposta quadrática negativa (Tabela 2). As doses de máxima produção desta característica ocorreram entre 50 e 90 mg dm⁻³ de K e as doses críticas entre 22,84 e 41,44 mg dm⁻³ de K. Entretanto, o maior valor encontrado, para esta característica, ocorreu no tratamento ausente de K, semelhante ao observado para produção de matéria seca da parte aérea.

TABELA 3: Equações de regressão para matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca total (MST), como variáveis dependentes das doses de enxofre (mg dm⁻³) nos diferentes níveis de potássio (mg dm⁻³), para mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.), aos 157 dias após semeadura.

TABLE 3: Regression equations for roots dry matter (MSR) and total dry matter (MST) as dependable variables to doses of sulfur (mg dm⁻³) at different levels of potassium (mg dm⁻³), for jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) seedlings, at 157 days from seeding.

Variável	Doses de K	Equação de regressão	Significância (%)	R ²
MSR	0	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,58$	ns	
	50	$\hat{Y} = 1,91 + 0,0697X - 0,00061X^2$	10	0,824
	100	$\hat{Y} = 2,53 + 0,0535X - 0,00045X^2$	5	0,519
	200	$\hat{Y} = 1,33 + 0,0221X - 0,00017X^2$	10	0,507
MST	0	$\hat{Y} = 8,05 + 0,03422669,4X - 0,000724,3X^2$	5	0,746
	50	$\hat{Y} = 4,56 + 0,115321X - 0,000107X^2$	10	0,773
	100	$\hat{Y} = 4,30 + 0,10468X - 0,00107X^2$	15	0,641
	150	$\hat{Y} = 3,64 + 0,036577X - 0,00024X^2$	20	0,733
	200	$\hat{Y} = 1,84 + 0,031332X - 0,00021X^2$	5	0,884

Em que: ns = não significativo a 20% pelo "teste de t".

TABELA 4: Equações de regressão para o diâmetro do coleto (DC), relação altura e matéria seca da parte aérea (HMSPA), matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz (MSPAMSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) nas diferentes doses de potássio (mg dm⁻³), para mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.), aos 157 dias após semeadura.

TABLE 4: Regression equations for stem diameter (DC), the relationship between plant height stem diameter ratio (HMSPA), shoot/root ratio (MSPAMSR) and the Dickson quality index (DQI) at different doses of potassium (mg dm⁻³), for jacaranda-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) seedlings, at 157 days from seeding.

Variável	Equação de regressão	Significância (%)	R ²
DC	$\hat{Y} = 5,836 - 0,00967X$	5	0,97
HMSPA	$\hat{Y} = 21,23318 - 0,09732^\circ X + 0,000748X^2$	5	0,96
MSPAMSR	$\hat{Y} = 1,060237 + 0,00233X$	5	0,92
IQD	$\hat{Y} = 2,04074 - 0,00501X$	5	0,92

Ao se adicionar enxofre ocorreu aumento na produção de matéria seca de raiz, em todos os níveis de potássio (Tabela 3). As maiores produções ocorreram entre 18,58 e 64,95 mg dm⁻³ de S e a dose crítica para todos os níveis de K foi, aproximadamente, 30 mg dm⁻³ de S, ressaltando que para o nível de 150 mg dm⁻³ de K não foi encontrado um modelo que se ajustasse adequadamente às respostas observadas. Corroborando com o encontrado neste trabalho, a adição de S promoveu aumento da matéria seca de raiz em mudas de *Senna macranthera* e sua omissão ocasionou redução desta mesma característica para *Peltophorum dubium* (VENTURIN et al., 1999; CRUZ et al., 2011).

Maior desenvolvimento do sistema radicular possibilita às mudas melhores condições para estabelecimento do povoamento, tanto para aquisição de nutrientes, como também, água, desta forma, em condições de escassez temporária dos recursos a espécie poderá suportar, durante maior período de tempo, as prováveis dificuldades encontradas em campo.

Semelhante ao observado para matéria seca de raiz, a produção de matéria seca total (Tabelas 2 e 3), respondeu tanto à adição de potássio quanto de enxofre. Para 0, 20 e 40 mg dm⁻³ de S, a adubação potássica proporcionou decréscimo na produção de matéria seca total, semelhante ao observado para a matéria seca de raiz. Para 60, 80 e 100 mg dm⁻³ de S as maiores produções ocorreram entre 54,25 e 85,7 mg dm⁻³ de K, com a dose crítica em, aproximadamente, 30 mg dm⁻³ de K. Em contraste com a adubação potássica, a adição de enxofre promoveu aumento na produção de matéria seca total, onde as melhores doses se encontravam entre 23,76 e 76,20 mg dm⁻³ de S e a dose crítica em média igual a 30 mg dm⁻³.

Confirmando os resultados encontrados, ao se avaliar os parâmetros morfológicos, para a relação entre matéria seca da parte aérea e matéria seca de raiz e índice de qualidade de Dickson, observou-se decréscimo nos valores com a aplicação de K (Tabela 4). A aplicação de S não proporcionou efeito significativo nestes índices. Para a relação altura e matéria seca da parte aérea a dose que proporcionou o melhor valor deste índice foi de 65,05 mg dm³ de K (Tabela 4), pois quanto menor o valor, mais lenhificada será a muda e maior deverá ser sua sobrevivência no campo (GOMES, 2001).

Os índices estudados são considerados bons preditivos do desenvolvimento das mudas, quando inseridas em campo e de acordo com os resultados observados neste trabalho, para as respostas obtidas para K e S, podem indicar menor exigência desses no desenvolvimento inicial das mudas de jacarandá-da-bahia e que os teores encontrados no substrato de produção foram suficientes para o crescimento inicial. As menores exigências encontradas podem ser consequência da menor taxa de crescimento da espécie estudada. Espécies secundárias tardias apresentam menor resposta a adubações nas fases iniciais de crescimento, quando comparadas com espécies pioneiras, que apresentam maior velocidade de crescimento inicial.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que as doses críticas, tanto para potássio quanto enxofre, são de, aproximadamente, 30 mg dm⁻³, considerando a produção de matéria seca total, doses estas recomendadas para a produção de mudas de jacarandá-da-bahia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo e produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V. et al. Poda de raízes e adubação para crescimento do cafeeiro cultivado em colunas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n.1, p. 111-119, jan./fev. 2006.
- 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**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 183-191, abr./jun. 2001.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Informações Tecnológicas, 2003. 1035 p.
- CECONI, D. E. et al. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v.12, n. 3, p. 292-299, jul./set. 2006
- CRUZ, C. A. F. et al. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 63-76, 2011.
- CRUZ, C. A. F. **Produção de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub (Canafístula) e *Senna macranthera* (DC. Ex Collad.) H. S. Irwin & Barnaby (Fedegoso) em resposta a macronutrientes**. 2007. 183 f.. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007. p. 91-107.
- DIAS, L. E. et al. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd: 2. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n.1, p. 11-22, jan./abr. 1991.
- DIAS, L. E. et al. Formação de mudas de táxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Voguel): II. Resposta a nitrogênio, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 16, n. 2, p. 135-143, maio./ago. 1992.
- FERNÁNDEZ, J. Q. et al. Crescimento de mudas de *Mimosa tenuiflora* submetidas a diferentes níveis de calagem e doses de fósforo, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 425-431, out./dez. 1996.
- FURTINI NETO, A. E. et al. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 001-012, 1999.
- FURTINI NETO, A. E. et al. Efeito do enxofre no crescimento de cinco espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 1-11, jan./jun. 1988.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126 f.. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Beth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1029-1040, nov./dez. 2008.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V.(Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, p. 310-350.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum. 1992. 352 p.
- MARQUES, V. B. **Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento de mudas de Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), Jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)**. 2004. 84 f.. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- MARQUES, V.B. et al. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex. Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 725-735, 2006.
- MELO, J. T. et al. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p. 193-243.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (Aroeira do Sertão). **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 65-75, 1999.

- MISSIO, E. L. et al. Exigências nutricionais da grápia ao fósforo e enxofre em Argissolo Vermelho distrófico arênico: Efeito da adubação no crescimento. **Ciência Rural**, Sana Maria, v. 34, n. 4, p. 1051-1057, jul./ago. 2004.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; FERREIRA, E. V. O. Crescimento, nutrição mineral e nível crítico foliar de K em mudas de umbuzeiro, em função da adubação potássica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 636-642, maio./jun. 2007.
- PASSOS, M. A. A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 57 f.. Tese (Doutorado em Fitotecnia)—Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- RAIJ, B.V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1991. 142 p.
- 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, jan. 1997.
- RESENDE, A. V. et al. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, nov. 1999.
- SILVA, I. R. et al. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta á adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 205-212, fev. 1997.
- SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S. Exigências nutricionais de cedro (*Cedrela fissilis* Velloso) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 415-425, jul./set. 1995.
- VENTURIN, N. et al. Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 441-448, mar. 1999.