

Crescimento de mudas de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes doses de macronutrientes

Growth of sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)
seedlings under different macronutrients doses

Elzimar de Oliveira Gonçalves¹, Haroldo Nogueira de Paiva²,
Júlio César de Lima Neves³ e José Mauro Gomes⁴

Resumo

O sansão do campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) é uma espécie com potencial para diversos usos, incluindo recuperação de áreas degradadas. Neste trabalho objetivou-se avaliar, por meio de características morfológicas, o efeito de doses de macronutrientes no crescimento de mudas dessa espécie, produzidas em amostras de três classes de solo (Argissolo vermelho-amarelo, Latossolo vermelho-amarelo álico e Latossolo vermelho-amarelo distrófico). O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2004 a maio de 2005, em casa de vegetação. Os tratamentos foram delimitados segundo uma matriz baconiana, onde se variaram os macronutrientes em três doses diferentes e dois tratamentos adicionais (zero e referência). Adotou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, num total de 80 unidades amostrais. As mudas foram plantadas em vasos com capacidade de 2,1 dm³, e colhidas aos 120 dias após semeadura. Verificou-se, através da análise dos dados que a aplicação de fósforo foi a que mais promoveu efeitos significativos no crescimento das mudas, sendo recomendadas doses de 312 a 600 mg dm⁻³ de solo desse nutriente, para o nitrogênio recomendam-se de 50 a 200 mg dm⁻³ de solo, e para o enxofre, de 20 a 80 mg dm⁻³ de solo. Quanto aos nutrientes potássio, cálcio e magnésio, somente em uma ou outra característica promoveram efeitos significativos, indicando que as mudas dessa espécie requerem baixas quantidades destes nutrientes para seu adequado crescimento.

Palavras-Chave: Nutrição mineral, Espécies florestais nativas, Produção de mudas, Sabiá.

Abstract

The sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) is a specie with potential for several uses, including recovery of degraded areas. The objective of this work was to evaluate by means of morphological characteristics, the effect of macronutrients doses on the growth of seedlings of this species produced in samples of three soil types (red-yellow Alfisol, alic red-yellow Oxisol and red-yellow dystrophic Oxisol). The experiment was conducted from December 2004 to May 2005 in the greenhouse. The treatments were delimited according to a Baconian matrix where macronutrients are varied in three different doses and two additional treatments (zero and reference). A completely randomized design with four replications in a total of 80 sample units was adopted. The seedlings were planted in pots with a capacity of 2.1 dm³, and harvested at 120 days after sowing. Through data analysis it was found that the phosphorus was the one which promoted the most significant effects on seedling growth, and being recommended doses from 312 to 600 mg dm⁻³ of soil of this nutrient, for nitrogen it is recommended from 50 to 200 mg dm⁻³ of soil, and for sulfur, from 20 to 80 mg dm⁻³ of soil. As for the potassium, calcium and magnesium nutrients, only in one or another feature significant effects were promoted, indicating that the seedlings of this species require low amounts of these nutrients for an appropriate growth.

Keywords: Mineral nutrition, native forest species and plant nursery, Sabia.

¹Doutora em Ciência Florestal, Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo - E-mail: elzimarog@yahoo.com.br

²Doutor em Fitotecnia, Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - E-mail: hnpaiva@ufv.br

³Doutor em Produção Vegetal, professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa - E-mail: julio@solos.ufv.br

⁴Doutor em Ciência Florestal, Professor Titular aposentado do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - E-mail: jmgomes@ufv.br

INTRODUÇÃO

A utilização de espécies florestais nativas, seja para produção de madeira ou para enriquecimento de matas e recuperação de áreas degradadas, é ainda dificultada, em grande parte, pela carência de informações sobre as exigências nutricionais dessas espécies para produção de mudas e para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas no campo.

Há muitas pesquisas, e muito conhecimento consolidado, sobre a nutrição de plantas de espécies florestais dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que são muito atrativas, devido a características como rápido crescimento e madeira com potencialidade de uso para diversos fins. Para recuperação ou restauração de ambientes degradados, são usadas espécies como *Acacia holocericæ* e *Acacia mangium*, que são exemplos de espécies leguminosas, mas de origem exótica, a despeito da grande diversidade que o Brasil possui. Essas espécies são preferidas devido às informações existentes sobre elas, como, por exemplo, o conhecimento das necessidades nutricionais para produção de mudas e implantação.

A espécie vulgarmente denominada sansão-do-campo e também conhecida como sabiá pertence à família Fabaceae - Mimosoideae. Sua madeira é apropriada para usos externos, como moirões, estacas, postes etc., e para lenha e carvão. A folhagem constitui valiosa forragem para o gado durante longa estiagem. Sua árvore apresenta ainda características ornamentais, favorecida pela forma entouceirada sendo largamente empregada no paisagismo em geral e principalmente como cerca viva. É tolerante à luz direta e de rápido crescimento, sendo ideal para reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas (LORENZI, 2000). Em face das grandes áreas degradadas que o Brasil possui, sobretudo quando se trata de pastagens, e devido a características de tolerância da espécie para cultivo em tais áreas, tornam-se relevantes trabalhos sobre sua produção de mudas e comportamento no campo.

Em razão do grande uso da espécie, alguns estudos têm sido conduzidos por diversos pesquisadores, visando aumentar o conhecimento silvicultural da mesma. Estudando o efeito da aplicação de nitrogênio em diferentes fontes e doses, Marques *et al.*, (2006) concluíram que a espécie respondeu à adubação nitrogenada, sendo o sulfato de amônio a fonte de nitrogênio mais efetiva, com dose recomendada de 176 mg dm⁻³ para um Argissolo vermelho-amarelo.

Resende *et al.*, (1999) verificaram que a espécie é altamente responsiva à aplicação de fósforo, sendo a dose de 378 mg dm⁻³ de P, a que garantiu maior valor do peso de matéria seca total. Entretanto, estudos mais completos envolvendo a influência de todos os macronutrientes no crescimento e desenvolvimento das plantas são necessários, para que haja produção de mudas com qualidade, pois esta, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais, por possibilitar aumento das chances de sucesso dos plantios, seja qual for a espécie utilizada.

Com base nesses argumentos, os objetivos deste trabalho foram verificar como os macronutrientes exercem efeitos no crescimento de mudas dessa espécie. E também, determinar a melhor dose desses diferentes macronutrientes que irá contribuir para o maior crescimento das mudas em diferentes classes de solos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2004 a maio de 2005 em casa de vegetação, no viveiro de pesquisas florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa. A cidade está localizada nas coordenadas 20°45' S e 42°55' W na região da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. Possui clima classificado como tropical de altitude, com verões chuvosos e invernos frios e secos, do tipo Cwb, pelo sistema de Köppen. A precipitação média anual é de 1.221 mm (DNM, 1992). A temperatura média diária no período do experimento foi de 21,11 °C, média das máximas de 26,5 °C e média das mínimas de 17,7 °C. As médias diárias de precipitação e umidade relativa do ar foram de 7,5 mm e 76,7%, respectivamente.

As amostras dos solos usados na produção das mudas foram retiradas cerca de 0,30 m abaixo da camada superficial de três classes de solos, Argissolo vermelho-amarelo (AVA), Latossolo vermelho-amarelo álico (LVA) e Latossolo vermelho-amarelo distrófico (LVD), predominantes na região da Zona da Mata de Minas Gerais segundo Resende *et al.*, (2002), das quais foram determinadas as características físicas e químicas (Tabela 1).

Os tratamentos foram obtidos segundo uma matriz baconiana (TURRENT, 1979), onde avaliaram-se seis nutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre em três diferen-

tes doses, e ainda, dois tratamentos adicionais, sendo um com doses de referência, e outro sem adição de nutrientes, totalizando 20 tratamentos que foram dispostos no delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições (Tabela 2). Os tratamentos foram propostos de forma que, quando a quantidade de um nutriente variasse, as doses dos outros estariam fixas.

As amostras de solo foram secas ao ar e passadas em peneiras de malha de 5 mm. Em seguida, pesou-se 2,1 kg de cada solo que foram colocados em embalagens plásticas de capacidade aproximada de 5 Kg. Posteriormente, os sais fornecedores de cálcio e magnésio (CaCO_3 e MgCO_3) foram adicionados, nas quantidades definidas pelos tratamentos (Tabela 2), e homogeneizados. Foi adicionada água até a capacidade de campo do solo e esse teor de umidade, foi mantido por 30 dias com monitoramento diário por pesagens do solo mais água, para a reação dos carbonatos de cálcio e magnésio.

Decorridos os 30 dias, os solos receberam adubação com os demais nutrientes de acordo com as quantidades definidas nos tratamentos, sendo que o N, o K e o S foram parcelados em quatro

vezes (0, 30, 60, 90 dias) após a semeadura. Os sais usados para a adubação foram: $\text{NH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ para o N e P, NH_4NO_3 para o N e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ para o N e S, K_2SO_4 para S e K, e KCl para K.

Adicionou-se também, antes da semeadura, uma solução de micronutrientes, nas seguintes doses: B = $0,81 \text{ mg dm}^{-3}$ (H_3BO_3), Cu = $1,33 \text{ mg dm}^{-3}$ ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), Mo = $0,15 \text{ mg dm}^{-3}$ [$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$], Mn = $3,66 \text{ mg dm}^{-3}$ ($\text{MnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e Zn = $4,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (ALVAREZ V., 1974). Após a adubação, e devida homogeneização, os solos foram acondicionados nos vasos. A parcela experimental foi constituída por um vaso de polipropileno rígido, contendo cada um $2,1 \text{ dm}^3$ de solo e uma muda.

As sementes de sansão-do-campo foram adquiridas do setor de sementes do IPEF/ESALQ. Para quebra de dormência, fez-se previamente um tratamento com agitação delas em ácido sulfúrico por um minuto, sendo em seguida lavadas em água destilada. Antes da semeadura, fez-se inoculação com estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium*, fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia/EMBRAPA, Seropédica (RJ).

Tabela 1. Classes texturais e atributos de fertilidade de três solos antes da aplicação dos tratamentos para a produção de mudas de sansão-do-campo.

Table 1. Texture classes and fertility attributes of three soils before the application of treatments for production of sansão-do-campo seedlings.

Solo	Classe textural	pH (H_2O)	P (mg dm^{-3})	K (mg dm^{-3})	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(T)	V (%)	m
					(cmol _c dm ⁻³)							
Argissolo Vermelho-Amarelo (AVA)	Franco-argilosa	6,00	2,10	14	1,60	0,10	0,00	3,63	1,74	5,37	32	0
Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (LVA)	Argilosa	4,80	1,40	32	0,20	0,00	0,80	3,96	0,28	4,24	7	74
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVD)	Muito argilosa	5,20	0,80	49	0,30	0,00	0,00	1,82	0,43	2,25	19	0

pH em água - relação 1: 2,5. P e K - extrator Mehlich I. Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ - extrator: KCl 1 mol L⁻¹ H + Al - extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ - pH 7,0.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos, obtidos pela matriz baconiana, com as devidas doses de macronutrientes aplicados nos três solos utilizados na produção das mudas.

Table 2. Description of the treatments, obtained by Baconian matrix, with the appropriate doses of macronutrients applied in the three soils used in the seedlings production.

Tratamento	Unidades	Tratamento	Unidades
DR*	mg dm ⁻³ e cmol _c dm ⁻³	K= 200**	mg dm ⁻³
Solo sem correção (Doses=0)	-	Ca= 0,8**	cmol _c dm ⁻³
N= 50**	mg dm ⁻³	Ca= 1,2**	cmol _c dm ⁻³
N= 150**	mg dm ⁻³	Ca= 1,4**	cmol _c dm ⁻³
N= 200**	mg dm ⁻³	Mg= 0,2**	cmol _c dm ⁻³
P= 150**	mg dm ⁻³	Mg= 0,6**	cmol _c dm ⁻³
P= 450**	mg dm ⁻³	Mg= 0,8**	cmol _c dm ⁻³
P= 600**	mg dm ⁻³	S= 20**	mg dm ⁻³
K= 50**	mg dm ⁻³	S= 60**	mg dm ⁻³
K= 150**	mg dm ⁻³	S= 80**	mg dm ⁻³

* DR (Dose de referência): N= 100 mg dm⁻³, P= 300 mg dm⁻³, K= 100 mg dm⁻³ Ca= 1,00 cmol_c dm⁻³, Mg= 0,4 cmol_c dm⁻³ e S= 40 mg dm⁻³. ** Em cada tratamento, apenas o nutriente indicado tem a dose variando, permanecendo as doses dos demais nutrientes iguais à dose de referência.

Cada vaso recebeu 10 sementes, efetuando-se o primeiro desbaste aos 15 dias após a emergência, deixando-se duas plantas por vaso. Após 30 dias da semeadura, um segundo desbaste foi realizado, deixando-se apenas uma planta por vaso. Durante o período experimental, a umidade do solo foi mantida próxima de 60% da capacidade de campo, procedendo-se um monitoramento diário com o uso de balança, para este controle, tendo como base a massa de solo e água por vaso.

Medições de altura e diâmetro do coleto das mudas foram realizadas 120 dias após a semeadura. Em seguida as plantas foram colhidas e subdivididas em raízes e parte aérea, lavadas em água destilada e secas em estufa a 45 °C com circulação forçada de ar até peso constante. Depois de secas, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,01 g para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR), e da planta (MST).

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de contrastes, análises de variância e regressão com o uso do programa SAEG (Sistema de Análises Estatística e Genética) (EUCLYDES, 1997) e o Statistica.

Testou-se o efeito da adição de macronutrientes em relação à testemunha em um contraste entre as médias do tratamento 2 (dose=0) (sem adição de nutrientes) versus as médias dos demais tratamentos ($\hat{C} = T1 - 19T2 + T3 + T4 + \dots + T19 + T20$).

Para obtenção das equações utilizou-se quatro pontos, sendo três relativos às doses testadas para cada nutriente e um do tratamento de referência comum para todos os nutrientes. As curvas de respostas à adição de doses de cada nutriente resultaram de modelos de regressão nos quais os coeficientes foram testados com base nos valores do quadrado médio do resíduo da ANOVA conjunta, sendo analisada a 1%, 5% e 10% de probabilidade.

A partir das equações, no caso de modelos quadráticos e de raiz quadrada, foram determinadas as doses recomendadas de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio, para obtenção de 90% dos valores máximos estimados para as diversas características estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento das mudas de sansão-do-campo sem a adição de nutrientes foi significativamente inferior ao dos demais tratamentos em que se fez a adição, demonstrando que a fertilização favoreceu o maior crescimento das plantas (Tabela 3).

Em relação aos demais tratamentos em que variaram as doses de macronutrientes, houve diferenças significativas entre eles para os três solos, em todas as características avaliadas. Apenas na interação solo x tratamento não houve diferença significativa para matéria seca da parte aérea, das raízes e total da planta. (Tabela 4).

Tabela 3. Estimativas dos contrastes médios entre o tratamento sem adição de sais e os demais tratamentos, que receberam adubação, em mudas de sansão-do-campo após 120 dias da semeadura.

Table 3. Estimates of the average contrasts between the treatment without addition of salt and other treatments that were fertilized in sansão-do-campo seedlings 120 days after sowing.

Solo	Estimativa do contraste				
	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
LVD	6,51**	26,60**	7,25**	6,22**	13,46**
PVA	3,99**	27,59**	9,12**	4,13°	13,25**
LVA	6,51**	38,86**	13,10**	8,58**	21,68**

°, *, ** - significativos, respectivamente (P<0,1), (P<0,05) e (P<0,01).

Tabela 4. Resumo da análise de variância das características estudadas, na produção de mudas de sansão-do-campo avaliadas aos 120 dias após a semeadura.

Table 4. Summary of variance analysis of the studied traits in seedling production of sansão-do-campo evaluated at 120 days after sowing.

FV	GL	Quadrado Médio				
		Diâmetro (mm)	Altura (cm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Bloco	3	0,46ns	119,96ns	3,14ns	1,41ns	3,77ns
Solo	2	59,08**	6425,58**	794,21**	300,47**	1781,76**
Tratamento	18	2,18**	163,68**	31,86**	5,77*	60,95**
Trat. x solo	36	1,54*	120,54*	11,52ns	3,76ns	21,84ns
Resíduo	168	0,97	77,12	9,48	3,40	19,41
CV (%)		11,22	44,59	19,69	29,25	25,33

ns – não significativo; * e ** - significativos, respectivamente (P<0,05) e (P<0,01).

Efeito do nitrogênio

Verifica-se que as respostas à aplicação de nitrogênio se traduziram em efeitos lineares e quadráticos nos solos LVA e LVD. No entanto, no AVA esse efeito não foi significativo nas características estudadas, por ocasião da aplicação de diferentes doses de nitrogênio (Tabela 5).

Resultados de ausência de efeitos da aplicação de nitrogênio como aconteceram nas mudas cultivadas no AVA, teoricamente, não são esperados, uma vez que o nitrogênio é um nutriente muito exigido pelas plantas. Na prática, foi observada intensa nodulação nas raízes das mudas, o que pode ter contribuído para a fixação de nitrogênio, fazendo com que o crescimento das plantas fosse homogêneo, o que refletiria na ausência de efeitos. Oliveira *et al.* (1998) estudando angelim-pedra (*Dinizia excelsa* DUCKE), também verificaram que o nitrogênio não exerceu efeito significativo em qualquer das características avaliadas, tanto na aplicação isolada quanto combinada com o fósforo. O jatobá também foi outra espécie pouco responsiva à omissão do nitrogênio quando da avaliação das características de crescimento, segundo Duboc *et al.*, (1996a). Em todos esses casos, tal como nesse trabalho, trata-se de espécies da família das leguminosas, o que explicaria a ausência de efeitos, ou efeitos não muito acentuados.

Para o diâmetro, o efeito linear encontrado no LVD e no LVA sugere que maior crescimento para essa característica será alcançada com a aplicação de doses superiores a 200

mg dm⁻³ de nitrogênio. Esse mesmo efeito foi detectado na massa seca total, em ambos os solos, assim como Neves *et al.*, (2007), estudando a espécie *Spondias tuberosa* Arr. Cam (Umbú) que recomenda dose de 286 mg dm⁻³ de nitrogênio para maior produção de matéria seca dessa espécie.

O efeito quadrático da aplicação de nitrogênio observado no LVA, na altura e na massa seca da parte aérea não indica um ponto de máximo, e sim sugere aumento dos valores dessas características, à medida que se aumentam as doses; entretanto, a partir da dose de 150 mg dm⁻³ de nitrogênio o incremento dessas características é maior.

Não houve diferença no crescimento em altura no LVD. Para a massa seca da raiz, parte aérea e total o efeito foi linear. Os efeitos positivos, encontrados no LVD e no LVA, estão de acordo Venturin *et al.* (1999) que cultivaram mudas de angico-amarelo (*Peltophorum dubium*) em um Latossolo Vermelho-Amarelo com baixa disponibilidade de nutrientes e verificaram que a omissão de nitrogênio afetou o crescimento das mudas.

Efeito do fósforo

As características morfológicas sofreram efeitos significativos em razão da aplicação de fósforo. Apenas no AVA, para as características diâmetro e altura, e no LVA, para a massa seca de raiz, não se percebeu alteração significativa no crescimento devido à aplicação do nutriente em doses crescentes (Tabela 6).

Tabela 5. Equações de regressão e doses estimadas de nitrogênio para a altura, o diâmetro e a massa seca da raiz, parte aérea e total na produção de mudas de sansão-do-campo 120 dias após a semeadura.

Table 5. Regression equations and estimated doses of nitrogen for the height, diameter and dry mass of the root, shoot and total sansão-do-campo seedling production 120 days after sowing.

Característica	Solo	Equação	R ²	Dose Recomendada (mg dm ⁻³)
Diâmetro (mm)	LVD	$\hat{Y} = 7,8838 + 0,0118^{**}X$	79,00	200
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,59$		50
	LVA	$\hat{Y} = 6,8125 + 0,0123^{**}X$	96,00	200
Altura (cm)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 34,49$		50
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 43,21$		50
	LVA	$\hat{Y} = 61,525 - 0,3848^{*}X + 0,001905^{**}X^2$	0,65	200
MSPA (g)	LVD	$\hat{Y} = 2,2637 + 0,0406^{**}X$	0,95	200
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 10,36$		50
	LVA	$\hat{Y} = 13,626256 - 0,101053^{*}X + 0,0006437^{*}X^2$	0,83	200
MSR (g)	LVD	$\hat{Y} = 3,12 + 0,0284^{**}X$	0,94	200
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,27$		50
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,60$		50
MST (g)	LVD	$\hat{Y} = 5,38 + 0,069^{**}X$	0,74	200
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 15,64$		50
	LVA	$\hat{Y} = 12,353 + 0,0745^{**}X$	0,96	200

°, *, ** - significativos, respectivamente (P<0,1), (P<0,05) e (P<0,01).

Tabela 6. Equações de regressão e doses estimadas de fósforo para a altura, o diâmetro e a massa seca da raiz, parte aérea e total na produção de mudas de sansão-do-campo 120 dias após a semeadura.

Table 6. Regression equations and estimated doses of phosphorus for height, the diameter and dry mass of root, shoot and total seedling production of sansão-do-campo 120 days after sowing.

Característica	Solo	Equação	R ²	Dose Recomendada (mg dm ⁻³)
Diâmetro (mm)	LVD	$\hat{Y} = 10,4490 - 626,28 * X^{-1}$	0,66	600
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,20$		150
	LVA	$\hat{Y} = 8,8538 + 0,0033 * X$	0,76	600
Altura (cm)	LVD	$\hat{Y} = 21,225 + 0,0395 ** X$	0,97	600
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 40,36$		150
	LVA	$\hat{Y} = 38,850 + 0,0454 ** X$	0,93	600
MSPA (g)	LVD	$\hat{Y} = 8,445 + 0,015 ** X$	0,76	600
	AVA	$\hat{Y} = -1,3156 + 0,0624 ** X - 0,00008 ** X^2$	0,95	274
	LVA	$\hat{Y} = 1,19 + 0,0177 ** X$	0,91	600
MSR (g)	LVD	$\hat{Y} = 9,2115 - 954,692 * X^{-1}$	0,80	600
	AVA	$\hat{Y} = 0,3569 + 0,0281 ** X - 0,00004 * X^2$	0,89	236
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,19$		150
MST (g)	LVD	$\hat{Y} = -1,325 + 0,058 ** X - 0,00004 ** X^2$	0,97	503
	AVA	$\hat{Y} = -0,9588 + 0,0905 * X - 0,0001 * X^2$	0,99	313
	LVA	$\hat{Y} = 16,995 + 0,0167 * X$	0,65	600

°, *, ** - significativos, respectivamente (P<0,1), (P<0,05) e (P<0,01).

De modo geral, à medida que se aumentaram as doses de fósforo, o crescimento das mudas de sansão-do-campo também aumentou linearmente, como foi verificado para a altura, o diâmetro, a massa seca da parte aérea e total no LVA. Isso demonstra que os maiores valores dessas características serão obtidos com doses superiores a 600 mg dm⁻³ de fósforo. No LVD, observou-se efeito hiperbólico para o diâmetro e massa seca de raiz, linear para a massa seca da parte aérea, e quadrático para a massa seca total.

Efeitos de ordem quadrática foram encontrados no AVA para as características massa seca da raiz, parte aérea e total. A partir dos modelos gerados, foi possível definir a dose recomendada para garantir 90% da produtividade máxima, conforme mostrado na Tabela 6. Esses valores são semelhantes aos observados por Neves *et al.* (2004) em mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), em que, para o diâmetro a dose recomendada foi de 265 mg dm⁻³ de P e, para a altura de 239 mg dm⁻³ de P; para massa seca de raízes e parte aérea as doses foram de 246 e 255 mg de P dm⁻³, respectivamente. Comportamento quadrático do crescimento de mudas de espécies nativas, em resposta à aplicação de P, também foi observado por Gomes *et al.* (2008) com a espécie *Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride (garapa), por Ceconi *et al.*, (2006) em *Luehea divaricata* Mart. (açoita-cavalo), e ainda *Chorisia speciosa* (paineira) por Fernandes *et al.* (2000).

Os efeitos positivos sobre o crescimento das diversas características avaliadas observadas nesse estudo, em razão das crescentes do-

ses de fósforo, indicam que este nutriente é de obrigatória adição nos substratos para produção de mudas. Tal fato corrobora com dados encontrados na literatura, que indicam que o fósforo, na maioria das vezes, promove efeitos positivos no crescimento das plantas, possivelmente, pelo fato de estar pouco disponível no solo. Segundo Novais e Smyth (1999), é um dos elementos mais limitantes à produção das culturas em solos tropicais, devido à característica de "solo-dreno", o que faz com que, para conseguir o máximo em produtividade, doses elevadas sejam requeridas. Os resultados desse trabalho confirmam o fósforo como um dos nutrientes mais utilizados na fertilização mineral de substratos para produção de mudas, por contribuir para o seu adequado crescimento e mudas com qualidade.

Efeito do potássio

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Comparando-se os três solos, as menores médias foram observadas no LVD, e as maiores, no LVA (Tabela 7).

A ausência de respostas indica de que as necessidades da planta por esse nutriente, nessa fase de desenvolvimento, podem ter sido supridas pelas quantidades de potássio presentes no solo antes da aplicação dos tratamentos (LVD= 49 mg dm⁻³ de K, AVA= 14 mg dm⁻³ de K, e LVA= 32 mg dm⁻³ de K) ou, provavelmente, que a espécie possui baixa exigência nutricional em potássio.

Resultados de ausência de efeitos quando da aplicação do potássio são bem comuns na literatura, como foi verificado para o sansão-do-

campo. Balieiro *et al.*, (2001), estudando mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*; Renó *et al.*, (1997), avaliando mudas de canafístula (*Senna multijuga*), cedro (*Cedrela fissilis*), pau-ferro (*Caesalpinia férrea*) e jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) e Duboc *et al.*, (1996 b), estudando plantas de óleo-copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf), também verificaram ausência de efeitos sob aplicação de potássio sobre as diversas características de crescimento avaliadas.

Tabela 7. Médias observadas para as características diâmetro, altura, massa seca da raiz, parte aérea e total, em razão da aplicação de potássio em mudas de sãção-do-campo aos 120 dias após a sementeira.

Table 7. Average values observed for the characteristics of diameter, height, root dry mass, shoot and total, through the application of potassium in seedlings of sãção-do-campo at 120 days after sowing.

Característica	Solo	Equação
Diâmetro (mm)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,16$
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,54$
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,57$
Altura (cm)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 34,74$
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 43,44$
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 52,49$
MSPA (g)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 7,16$
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 11,16$
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 13,14$
MSR (g)	AVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,92$
	PVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 6,06$
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,18$
MST (g)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 12,68$
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 17,22$
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 22,32$

Mesmo com ausência de respostas, o suprimento de potássio é importante. Sua concentração na solução nutritiva em nível adequado resultará numa absorção em equilíbrio com outros nutrientes, a exemplo do nitrogênio e fósforo, além de conter absorção excessiva do magnésio. Ele compete com vários cátions pelos sítios de absorção na membrana plasmática, logo, sua baixa disponibilidade no solo resultará numa maior absorção de outros cátions, resultando em desbalanço nutricional, o que prejudicaria o crescimento da planta (ERNANI *et al.*, 2007).

Apesar da baixa exigência de potássio constatada para o sãção-do-campo, verifica-se que existem espécies responsivas a aplicação desse nutriente, tal como verificaram Cruz *et al.*, (2010) estudando o fedegoso (*Senna macranthera*), e Venturin *et al.* (1999) pesquisando o *Peltophorum dubium*. Em ambos os casos, aplicação de potássio implicou em respostas lineares ao crescimento das mudas em pelo menos alguma das variáveis estudadas.

Efeito do Cálcio

Apenas para a característica altura das mudas cultivadas no substrato LVA, houve efeito significativo da aplicação de diferentes doses de cálcio, o qual foi de ordem linear, indicando a dose recomendada de $1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca. No AVA e no LVD, não houve efeito significativo no crescimento das diversas características estudadas (Tabela 8).

Tabela 8. Equações de regressão e doses estimadas de cálcio para a altura, o diâmetro e a massa seca da raiz, parte aérea e total na produção de mudas de sãção-do-campo 120 dias após a sementeira.

Table 8. Regression equations and estimated doses of calcium for the height, diameter and dry mass of root, shoot and total seedling production of sãção-do-campo 120 days after sowing.

Característica	Solo	Equação	R ²	Dose Recomendada (cmol _c dm ⁻³)
Diâmetro (mm)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,29$		0,8
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,44$		0,8
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,66$		0,8
Altura (cm)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 34,89$		0,8
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 41,41$		0,8
	LVA	$\hat{Y} = 36,45 + 15,312^\circ X$	0,77	1,4
MSPA (g)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 6,89$		0,8
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,92$		0,8
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 13,28$		0,8
MSR (g)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 6,45$		0,8
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,19$		0,8
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,88$		0,8
MST (g)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 13,35$		0,8
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 15,11$		0,8
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 22,15$		0,8

° significativos (P<0,1).

A ausência de respostas observadas no AVA pode ser explicada pelo alto teor de Ca contido inicialmente nesse solo (1,60 cmol_c dm⁻³). Esse valor, por si só, já seria suficiente para o desenvolvimento das plantas. Entretanto, pelo observado, a espécie parece não ser muito exigente em Ca, visto que no LVA a quantidade presente desse nutriente era a mais baixa dentre os três solos estudados, com valores de 0,2 cmol_c dm⁻³ e ainda assim, as médias observadas para todas as características foram as maiores, em relação aos outros solos testados. Os resultados observados, vão de encontro com a observação de Neves *et al.* (1982), que afirmam que o uso de calagem para a produção de mudas seria necessária apenas quando os níveis de cálcio fossem inferiores a 0,2 cmol_c dm⁻³. Assim sendo, os teores encontrados nos solos estudados, já foram suficientes para adequado desenvolvimento das mudas. Isso reforça a importância da análise de solos para conhecimento dos teores minerais presente no mesmo, antes da produção das mudas, para evitar gastos desnecessários com fertilizações.

Tais resultados, corroboram com os de Bernardino *et al.* (2007), para a espécie *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia), pois verificaram que a espécie não respondeu em crescimento em razão do aumento das doses de Ca, quando cultivadas em solos iguais aos deste estudo. No entanto, resposta à aplicação de Ca já foi encontrada, como demonstrado em trabalhos realizados por Cruz *et al.* (2010) em *Senna macranthera* (fedegoso), Gomes *et al.* (2008) em *Apuleia Leiocarpa* (garapa); Maffeis *et al.* (2000) em *Corymbia*

citriodora e Mendonça *et al.* (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuwa* (aroeira-do-sertão).

Efeito do magnésio

O aumento da aplicação de doses de magnésio nas mudas de sansão-do-campo, ao contrário dos demais nutrientes, foi prejudicial ao crescimento de várias características (Tabela 9). No solo LVD, todas as características foram influenciadas negativa e linearmente pela adição de magnésio ao meio. De forma similar, o diâmetro, a massa seca de raiz e total encontrados no AVA seguiram a mesma tendência. Efeito depressivo da aplicação de magnésio também foi verificado em mudas de óleo-copaíba (DUBOC *et al.*, 1996b) no acúmulo de matéria seca da parte aérea. Em mudas jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) se observou resposta negativa à aplicação de calagem no diâmetro do coleto e na altura total das plantas (REIS *et al.*, 1997).

No tocante à característica altura das mudas plantadas no LVA, a adição de magnésio surtiu efeitos positivos, de ordem linear; houve aumento dos valores de altura em consequência do aumento das doses aplicadas. Nas demais características não foram observadas diferenças significativas. Isso sugere, que em solos similares ao LVA, a dose de 0,2 cmol_c dm⁻³ seja a mais adequada para o crescimento das mudas de sansão-do-campo, tal como foi verificado também por Cruz *et al.* (2010), para a espécie *Senna macranthera* (fedegoso) e o para angico-vermelho por Gonçalves *et al.* (2008), indicando que essas espécies apresentaram exigências nutricionais em magnésio semelhantes.

Tabela 9. Equações de regressão e doses estimadas de magnésio para a altura, o diâmetro e a massa seca da raiz, parte aérea e total na produção de mudas de sansão-do-campo 120 dias após a semeadura.

Table 9. Regression equations and estimated doses of magnesium for the height, diameter and dry mass of root, shoot and total seedling production of sansão-do-campo 120 days after sowing.

Característica	Solo	Equação	R ²	Dose Recomendada (cmol _c dm ⁻³)
Diâmetro (mm)	LVD	$\hat{Y} = 9,1238 - 2,27 \cdot X$	0,94	0,2
	AVA	$\hat{Y} = 9,3975 - 2,3575 \cdot X$	0,68	0,2
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,90$		0,2
Altura (cm)	LVD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 33,47$		0,2
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 41,61$		0,2
	LVA	$\hat{Y} = 27,675 + 46,613 \cdot X$	0,67	0,8
MSPA (g)	LVD	$\hat{Y} = 9,13 - 5,21 \cdot X$	0,62	0,2
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 10,37$		0,2
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 14,44$		0,2
MSR (g)	LVD	$\hat{Y} = 6,2806 + 4,7469 \cdot X - 7,3906 \cdot X^2$	0,42	0,2
	AVA	$\hat{Y} = 7,27 - 3,78 \cdot X$	0,93	0,2
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,33$		0,8
MST (g)	LVD	$\hat{Y} = 9,5625 + 1,3044 \cdot X - 1$	0,34	0,2
	AVA	$\hat{Y} = 20,33 - 9,1612 \cdot X$	0,83	0,2
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 23,77$		0,2

°, *, ** - significativos, respectivamente (P<0,1), (P<0,05) e (P<0,01).

É conveniente destacar que, na literatura, poucos são os trabalhos que enfocam o magnésio separadamente do cálcio. A maioria dos estudos é conduzida visando comparar o efeito da calagem, o que, na prática, apesar de indicar ou não a efetividade dessa operação, não explica o grau de participação do magnésio em si, ou seja, não indica a dose ideal desse nutriente a ser aplicada para a maximização dos ganhos em produtividade.

Efeito do enxofre

Em todas as características avaliadas, houve diferenças no crescimento das mudas de sansão-do-campo, em virtude da aplicação de doses de enxofre no LVD. Nos dois outros solos, só foram detectadas diferenças significativas para o crescimento em altura, sendo o efeito quadrático nas plantas cultivadas nos substratos AVA e LVA, e o ponto de mínimo obtido com a dose de 40 mg dm⁻³ de S (Tabela 10). No LVD, para o diâmetro, o efeito foi hiperbólico, ou seja, houve tendência de aumento dessa característica à medida que se aumentaram as doses de enxofre; essa mesma tendência, porém linear, foi observada para a massa seca da raiz, parte aérea e total. Para a altura, a resposta foi de ordem quadrática.

A aplicação de enxofre foi extremamente benéfica para o desenvolvimento das plantas de sansão-do-campo, no LVD, demonstrando ser um nutriente de presença importante nesse tipo de solo para essa espécie em questão. Nesse caso, deve-se salientar que a aplicação de

fertilizantes cujas fontes sejam apenas o NPK, muito usual nos viveiros, poderia comprometer a produção de mudas dessa espécie, em razão da ausência do enxofre em sua formulação. Alvarez V. (1974) afirma que, em solos onde as análises químicas não revelam falta de enxofre, sua deficiência pode ser induzida, como resultado da aplicação de adubos nitrogenados e/ou fosfatados com altos teores de nitrogênio e fósforo.

Em um solo com características semelhantes às deste estudo, Braga *et al.* (1995), verificaram que a omissão do enxofre no meio de crescimento afetou o crescimento das espécies *A. mangium*, quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) e plantas de pereira (*Platycamus regnellii*) em várias características estudadas. Da mesma forma, o nutriente foi altamente limitante para o crescimento de mudas de cedro (*Cedrela fissilis*), jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), pau-ferro (*Caesalpineia ferrea*) e canafistula (*Senna multijuga*) em um Latossolo Vermelho-Amarelo de fertilidade natural muito baixa, conforme verificado por Renó *et al.* (1997).

CONCLUSÕES

A aplicação de fósforo foi a mais benéfica para o crescimento das mudas, seguido pelo enxofre e nitrogênio. Sendo que a espécie se mostrou pouco exigente em potássio, cálcio e magnésio, requerendo baixa quantidade destes para seu adequado crescimento.

Tabela 10. Equações de regressão e doses estimadas de enxofre para a altura, o diâmetro e a massa seca da raiz, parte aérea e total na produção de mudas de sansão-do-campo 120 dias após a semeadura.

Table 10. Regression equations and estimated doses of sulfur for height, the diameter and dry mass of root, shoot and total seedling production of sansão-do-campo 120 days after sowing.

Característica	Solo	Equação	R ²	Dose Recomendada (mg dm ⁻³)
Diâmetro (mm)	LVD	$\hat{Y} = 8,8874 - 41,7815*/X$	0,29	80
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,66$		20
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,86$		20
Altura (cm)	LVD	$\hat{Y} = 10,6937 + 0,952063^\circ X - 0,007922^\circ X^2$	0,67	37
	AVA	$\hat{Y} = 137,108 - 28,1784^\circ X0,5 + 2,15553^\circ X$	0,60	20
	LVA	$\hat{Y} = 133,159 - 24,3721^\circ X0,5 + 1,73327^\circ X$	0,28	20
MSPA (g)	LVD	$\hat{Y} = 4,3925 + 0,0415^\circ X$	0,63	80
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 11,13$		20
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 12,83$		20
MSR (g)	LVD	$\hat{Y} = 4,225 + 0,0381^{**} X$	0,94	80
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,54$		20
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,71$		20
MST (g)	LVD	$\hat{Y} = 38,6175 + 0,0796^{**} X$	0,82	80
	AVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 16,66$		20
	LVA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 21,54$		20

°, *, ** - significativos, respectivamente (P<0,1), (P<0,05) e (P<0,01).

Com base nos resultados encontrados, e dependendo do tipo de solo, recomendam-se doses variando de 50 a 200 mg dm⁻³ de nitrogênio e de 312 mg dm⁻³ a 600 mg dm⁻³ de fósforo. Para o potássio, cálcio e magnésio, recomendam-se dose de 50 mg dm⁻³, 0,8 cmolc dm⁻³ e 0,2 cmolc dm⁻³, respectivamente, independentemente do tipo de solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos e pela bolsa de produtividade em pesquisa, e ao Projeto PRODETAB 130-02/01, pelo financiamento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V.H. Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois Latossolos de Minas Gerais. 1974. 125p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1974.
- BALIEIRO, F.C.; OLIVEIRA, I.G.; DIAS, L.E. Formação de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*: resposta à calagem, fósforo, potássio e enxofre. *Revista Árvore*, Viçosa, v.25, n.2, p.183-191, 2001.
- BERNARDINO, D.C.S; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L; GOMES, J.M.; MARQUES, V.B. Influência da saturação por bases e da relação Ca:Mg do substrato sobre o crescimento inicial e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth. *Revista Árvore*, Viçosa, v.31, n.4, p.567-573, 2007.
- BRAGA, F.A.; VALE, F.R.; VENTURIN, N.; AUBERT, E.; LOPES, G.A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.19, n.1, p.18-31, 1995.
- CECONI, D.E.; POLETTO, I.; BRUN, E.J.; LOVATO, T. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. *Cerne*, Lavras, v.12, n.3, p.292-299, 2006.
- CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; CUNHA, A.C.M.C.M. Resposta de mudas de *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barnaby (fedegoso) cultivadas em Latossolo vermelho amarelo distrófico a macronutrientes. *Revista Árvore*, Viçosa, v.34, n.1, p.13-24, 2010
- DNM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília: DNM, 1992. 84p.
- DUBOC, E. ; VENTURIN, N.; VALE, F.R.; DAVIDE, A.C. Nutrição do jatobá (*Hymenaea coubaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang). *Cerne*, Lavras, v.2, n.1, p.31-47, 1996a.
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F.R.; DAVIDE, A.C. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo copaíba). *Cerne*, Lavras, v.2, n.2, p.1-12, 1996b.
- ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. IX – Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R. L. F.; CATARUTTI, R. B.; NEVES, J.C.L. (Org.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. p.551-594.
- EUCLYDES, R.F. Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas e genéticas). Viçosa: UFV, 1997. 59p.
- FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.E.; FONSECA, F.C.; VALE, F.R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000.
- GOMES, K.C.O.; PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; SILVA, S.R. Crescimento de mudas de garapa em resposta à calagem e P. *Revista Árvore*, Viçosa, v.32, n.3, p.387-394, 2008.
- GONÇALVES, E.O. PAIVA, H.N.; NEVES, J.C.L.; Gomes, J.M. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. *Revista Árvore*, Viçosa, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2000. v.1. 352 p.
- MAFFEIS, A.R.; SILVEIRA, R.L.V.A.; BRITO, J.O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.57, p.87-98, 2000.
- MARQUES, V.B.; PAIVA, H.N.; GOMES, J.M.; NEVES, J.C.L. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.71, p.77-85, agosto 2006.

- MENDONÇA, A.V.R.; NOGUEIRA, F.D. VENTURIM, N.; SOUZA, J.S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (Aroeira do sertão). *Cerne*, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, 1999.
- NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; ANJOS, J.L. Efeito do alumínio em amostras de dois latossolos sob cerrado sobre o crescimento e a absorção de nutrientes de mudas de *Eucalyptus* spp. *Revista Árvore*, Viçosa, v.6, p.17-20, 1982.
- NEVES, O.S.C.; BENEDITO, D.S.; MACHADO, R.V.; CARVALHO, J.G. Crescimento, produção de matéria seca e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) cultivadas em solo de várzea, em função de diferentes doses de fósforo. *Revista Árvore*, Viçosa, v.28, n.3, p.343-349, 2004.
- NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G.; FERREIRA, E.V.O.; PEREIRA, N.V.; NEVES, V.B.F. Efeito da adubação nitrogenada sobre o crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de umbuzeiro. *Revista brasileira de ciências agrárias*, Recife, v.2, n.3, p.200-207, 2007.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Relação fonte-dreno de fósforo no solo. In: NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. (Eds.). **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. p.2-6.
- OLIVEIRA, J.M.F.; SILVA, A.J.; SCHWENGBER, D.R.; DUARTE, O.R. Respostas de mudas de Angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) a nitrogênio e fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.9, p.1-5.
- REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; LELES, P.S.S.; NEVES, J.C.L.; GARCIA, N.C.P. Exigências nutricionais de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. Allem (Jacarandá-da-bahia) produzidas em dois níveis de sombreamento. *Revista Árvore*, Viçosa, v.21, n.4, p.463-471, 1997.
- RENÓ, N.B.; SIQUIERA, J.O.; CURTI, N.; VALE, F.R. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em Latossolo vermelho-amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.1, p.17-25, 1997.
- RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A.; CURTI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.11, p.2071-2081, 1999.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinções de ambientes**. 4ed. Viçosa: Neput, 2002. 338p.
- TURRENT, F.A. **Uso de una matriz mixta para la optimización de cinco a ocho factores controlables de la producción**. Chapingo-México: Rama de Suelos, Colégio de Postgraduados, 1979. 65p. (Boletim técnico, 6)
- VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.; DAVIDE, A.C. Adubação mineral do angico amarelo, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.3, p.441-448, 1999.

Recebido em 16/09/2009

Aceito para publicação em 20/08/2010

