

Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)¹Effects of nitrogen sources and levels on the growth of sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) seedlingsVanderleia Braga Marques², Haroldo Nogueira de Paiva³,
José Mauro Gomes³, Júlio César Lima Neves⁴**Resumo**

Neste trabalho objetivou-se avaliar, por meio de características morfológicas e suas relações, o efeito de fontes e doses de N no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) produzidas em amostras de três tipos de solo (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, CAMBISSOLO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO) predominantes na região da Zona da Mata de Minas Gerais. As fontes usadas foram nitrato de amônio, nitrato de cálcio e sulfato de amônio em cinco doses (0, 50, 100, 150 e 200 mg/dm³ de N), igualmente parceladas e aplicadas aos 25, 50, 75 e 100 dias após a semeadura. A unidade experimental foi constituída por um vaso, contendo 1,5 dm³ de solo e uma muda. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 fontes de nitrogênio x 5 doses x 3 tipos de solos), com quatro repetições. Na colheita, aos 125 dias após a semeadura, as mudas produzidas no substrato ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO proporcionaram as melhores médias para altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa de matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e total. Os melhores índices para a relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto, relação matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes foram obtidos no LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e índice de qualidade de Dickson no CAMBISSOLO. As fontes nitrogenadas tiveram efeito positivo e significativo sobre o diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes, matéria seca total, índice de qualidade de Dickson e número de nódulos, com maiores médias encontradas para as fontes amoniacais, com superioridade para o sulfato de amônio. As melhores médias em todas as características avaliadas, com base no intervalo estudado, foram proporcionadas com doses variando de 124 a 200 mg/dm³ de N, com exceção da relação matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes, uma vez que, nesta relação apenas se verificou o efeito das doses de N, com os melhores índices nas doses de 0 e 50 mg/dm³ de N. Deste modo, recomenda-se na produção de mudas de sabiá uma dose de 176 mg/dm³, tendo como fonte o sulfato de amônio.

Palavras-Chave: Sansão-do-campo, Nutrição mineral, Adubação nitrogenada, Espécies florestais nativas, Produção de mudas

Abstract

The objective of this work was evaluating, through morphologic characteristics and its relations, the effect of N sources and levels in the growth of sabiá seedlings (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) cultivated in three soils (RED YELLOW ARGISOL, CAMBISOL and RED YELLOW LATOSOL). The N sources were ammonium nitrate, calcium nitrate and ammonium sulfate in five levels (0, 50, 100, 150 and 200 mg/dm³ of N) equally parceled out and applied at the 25, 50, 75 and 100 days after sowing. The experimental unit was constituted by a vase with capacity of 1.5 dm³ of soil and one seedling. The entirely randomized experimental design was used in a factorial arrangement (3 x 5 x 3), with four replications. 125 days after the sowing, at the harvest, the seedlings produced in the substratum RED YELLOW ARGISOL showed the best averages for height of the aerial part, root collar diameter, aerial part, root and total dry matter mass. The best index for the relation of the aerial part height/root collar diameter, relation aerial part dry matter/roots dry matter had been gotten in RED YELLOW LATOSOL and Dickson quality index in CAMBISOL. The nitrogen sources had a positive and significant effect on the root collar diameter, aerial part dry matter, roots dry matter, total dry matter, Dickson quality index and nodules number, with superiority for ammonium sulphate. The best averages of all the evaluated characteristics, based on the studied interval, had been proportion-

¹Trabalho extraído da tese de Mestrado em Ciência Florestal da primeira autora.

²Engenheira Florestal, Mestre em Ciências Florestais - Rua dos Manacás, 35 - Domingos Martins, ES - 29260-000 - E-mail: vanderleiabraga@yahoo.com.br

³Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - Campus Universitário - Viçosa, MG - 36571-000 - E-mail: hnpaiva@ufv.br; jmgomes@ufv.br

⁴Professor Doutor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa - Campus Universitário - Viçosa, MG - 36571-000 - E-mail: julio@solos.ufv.br

ate with doses varying the 124 to 200 mg/dm³ of N. The exception was showed by the relation of the aerial part dry matter/roots dry matter because in this cause was verified only the effect of the N levels, and the best index in levels 0 and 50 mg/dm³ of N. So, in the production of sabiá seedlings is recommended a level of 176 mg/dm³ of ammonium sulphate.

Keywords: Mineral nutrition, Nitrogen, Fertilization, Native forest species, Seedlings production

INTRODUÇÃO

Sabiá ou sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) é uma espécie florestal nativa da família Leguminosae-Mimosoideae. É uma planta pioneira, decídua, heliófila, característica da caatinga no Nordeste do país. Sua madeira é usada, dentre outros fins, para produção de moirões, estacas, postes, lenha e carvão e, devido a sua forma entouceirada, também é empregada como cerca viva (LORENZI, 1998). Além disso, é uma das leguminosas arbóreas com grande potencial para reflorestamentos na região semi-árida, devido a seu rápido crescimento e sua resistência a estiagens prolongadas (ALMEIDA *et al.*, 1986). Portanto, para um crescimento adequado após o plantio, é necessário inicialmente fornecer condições ao desenvolvimento das mudas, melhorando sua qualidade por meio de práticas de manejo, dentre elas a nutrição mineral.

As características morfológicas e fisiológicas das mudas estão relacionadas com a qualidade genética e procedência das sementes, com as condições ambientais no viveiro, com a estrutura e equipamentos usados, armazenamento e transporte das plantas, e sobretudo, com os métodos usados na produção da mudas, como o tipo de recipiente, irrigações, podas, adubações, substratos, dentre outros (PARVIAINEN, 1981). A fertilidade do substrato é muito importante, pois disponibiliza os nutrientes em quantidades balanceadas, resultando no crescimento das mudas, melhoria das características que avaliam sua qualidade, além de torná-las mais resistentes às condições adversas após o plantio (CARNEIRO, 1995).

De todos os nutrientes, o nitrogênio é o elemento que se encontra em maiores concentrações nos vegetais superiores e tem merecido atenção, uma vez que se mostra limitante ao crescimento e produção florestal (NAMBIAR, 1989). Embora o íon nitrato seja a principal forma de nitrogênio inorgânico disponível para as plantas, o íon amônio pode predominar em algumas condições de solos e certos estágios sucessionais (SMIRNOFF e STEWARD, 1985).

As respostas das plantas à adubação nitrogenada variam com o sítio, a espécie, a dose e fonte de nitrogênio. Pereira *et al.* (1996) verificaram que fedegoso, cássia-verrugosa, cinamomo e jacarandá-mimoso têm maior crescimento com a adição de N-mineral na forma nítrica, enquanto Driessche

(1978) demonstrou que na produção de mudas de *Pseudotsuga menziesii*, sob condições ácidas, a forma nítrica resultou em maior crescimento das mudas quando comparada à forma amoniacal, ocorrendo o oposto sob condições neutras. Segundo Gonçalves (1995), as características e a quantidade de adubos a serem aplicadas dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos e de fatores de ordem econômica.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) produzidas em amostras de três tipos de solo, predominantes na região da Zona da Mata de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Viçosa, Minas Gerais, no período de novembro de 2003 a fevereiro de 2004. As amostras de solos usadas como substrato na produção das mudas foram retiradas cerca de 30 cm abaixo da camada superficial de três tipos de solos (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, CAMBISSOLO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO) predominantes na região da Zona da Mata de Minas Gerais (RESENDE *et al.*, 1988). Após secagem ao ar e peneiramento em malha de 5 mm, procedeu-se à correção da acidez dos solos, usando-se uma mistura de CaCO₃ e MgCO₃, na relação estequiométrica de 4:1. A necessidade de calagem foi calculada com base na análise química dos solos e para elevar a saturação por bases a 60% (Tabela 1).

Após incorporação do corretivo, o solo foi incubado por 30 dias, com manutenção do teor de umidade à capacidade de campo. Após esse período, os solos receberam adubação básica de macronutrientes por solução, nas seguintes doses: P = 300 mg/dm³, K = 100 mg/dm³ e S = 40 mg/dm³, tendo como fontes NaH₂PO₄·H₂O, KCl e K₂SO₄ conforme sugerido por Passos (1994), e ainda uma solução de micronutrientes, nas seguintes doses: B = 0,81 mg/dm³ (H₃BO₃), Cu = 1,33 mg/dm³ (CuSO₄·5H₂O), Mo = 0,15 mg/dm³ [(NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O], Mn = 3,66 mg/dm³ (MnCl₂·H₂O) e Zn = 4,0 mg/dm³ (ZnSO₄·7H₂O), de acordo com Alvarez V. (1974), e então foram acondicionados em vasos com capacidade de 1,5 dm³ de solo.

Tabela 1. Atributos químicos dos solos usados na produção das mudas (Chemical attributes of the soils used in the seedling production)

Solo	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(T)	V	MO
	H ₂ O	mg/dm ³				cmol _c /dm ³				%	dag/kg
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO	5,64	1,5	16	1,74	0,17	0,00	3,0	1,95	4,95	39,4	2,82
CAMBISSOLO	5,60	1,5	66	1,00	0,31	0,00	1,7	1,48	3,18	46,5	2,55
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO	5,40	2,5	26	0,17	0,09	0,00	2,0	0,33	2,33	14,2	2,69

¹pH em água - Relação 1: 2,5;

²P e K - Extrator Mehlich 1;

³Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ - Extrator: KCl 1 mol/L;

⁴H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0;

⁵MO = C. Org x 1,724 - Método Walkley-Black

Os tratamentos foram constituídos por três fontes de nitrogênio, aplicadas como solução na forma de nitrato de amônio [NH₄NO₃], sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄] e nitrato de cálcio [Ca(NO₃)₂] e cinco doses (0, 50, 100, 150 e 200 mg/dm³ de N), aplicadas em quatro porções iguais aos 25, 50, 75 e 100 dias após a semeadura.

A unidade experimental foi constituída por um vaso com uma muda. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 x 5 x 3), correspondendo a 3 fontes nitrogenadas, 5 doses e 3 solos, com quatro repetições, num total de 180 vasos.

As sementes de sabiá, coletadas em matrizes distribuídas em toda a Região da Zona da Mata de Minas Gerais, foram inoculadas com estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium*, fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia/EMBRAPA, Seropédica, RJ. A semeadura foi efetuada manualmente e diretamente nos vasos, colocando-se 10 sementes/vaso. No raleio, realizado 20 dias após a semeadura, optou-se pela muda mais vigorosa e central.

As características morfológicas e suas relações foram analisadas ao término do experimento, 125 dias após a semeadura, quando também se verificou a presença e o número de nódulos no sistema radicular. Essas características foram: a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), de raízes (MSR), total (MST), a relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC), a relação altura da parte aérea/matéria seca da parte aérea (RHMSPA), a relação entre matéria seca da parte aérea/matéria seca de raízes (RMSPAR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), mediante a seguinte fórmula:

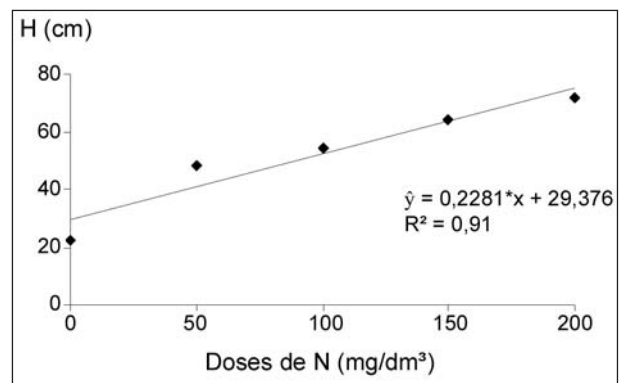
$$IQD = \frac{PMST(g)}{H(cm)/DC(mm) + PMSPA(g)/PMSR(g)}$$

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, testes de médias e análise de regressão, usando-se o software SAEG (Sistema de Análises Estatística e Genética)

(EUCLYDES, 1997). Na escolha das equações de regressão, considerou-se a significância dos coeficientes, testada até 10% de probabilidade, e o coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se o efeito principal de doses de N e de solos para a altura da parte aérea (H), sem a interação entre esses fatores. A altura foi significativamente afetada pelas doses de N, aumentando linearmente com o acréscimo das doses, independente do tipo de solo e da fonte aplicada (Figura 1). Esse comportamento foi semelhante ao encontrado por Barroso *et al.* (2000) para mudas dessa mesma espécie, produzidas em substrato constituído por resíduos agroindustriais. Quanto aos solos, verificou-se o maior valor para H no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, sendo 27% maior que aquele encontrado no LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, que apresentou a menor altura dentre os três solos (Tabela 2).



* significativo a 5 % de probabilidade

Figura 1. Altura da parte aérea (H) das mudas de sabiá, em resposta a doses de N aplicadas. (Aerial part height (H) of the sabiá seedlings, in response the applied N levels)

Para o diâmetro do coleto (DC), verificou-se efeito significativo apenas para a interação solos x doses de N, obtendo-se para o LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO um efeito linear positivo das doses aplicadas (Figura 2). Este incremento no DC com o aumento das doses de N também

foi observado por Barroso *et al.* (1998) em mudas de sabiá e aroeira, sendo que, a variação dos demais nutrientes não alterou esta característica, exceto o enxofre, cujo incremento das doses resultou no aumento em altura das mudas de aroeira, sem, contudo, apresentar efeito sobre os teores foliares dos nutrientes nessa espécie. Para o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e CAMBISSOLO, os maiores diâmetros obtidos foram, respectivamente, 7,83 e 7,90 mm, detectados por meio de modelos quadráticos, nas doses de 124 e 197 mg/dm³ de N (Figura 2).

Tabela 2. Altura da parte aérea (H), matéria seca das raízes (MSR) e relação matéria seca da parte aérea/matéria seca de raízes (RPMSPAR) de mudas de sabiá, cultivadas em três tipos de solo. (Aerial part height (H), roots dry matter weight (MSR) and relation aerial part dry matter weight/ roots dry matter weight (RMSPAR) of sabiá seedlings, cultivated in three types de soils)

Solo	H (cm)	MSR (g)	RMSPAR
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO	59 a	4,93 a	2,35 a
CAMBISSOLO	53,61 b	3,98 b	2,65 a
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO	43,05 c	4,12 b	1,77 b

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

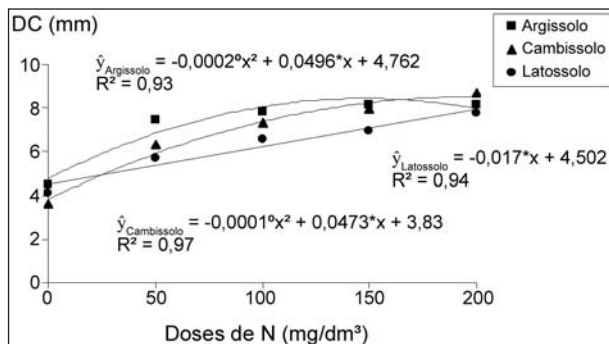
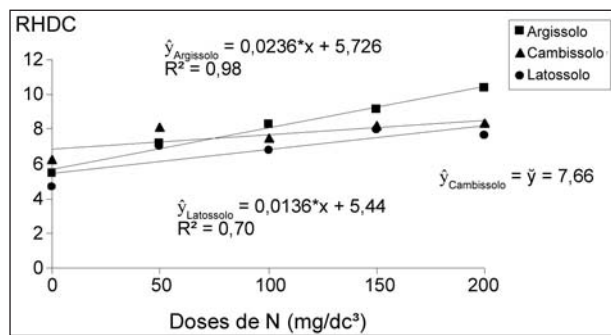


Figura 2. Diâmetro do coleto (DC) das mudas de sabiá, em resposta a doses de N aplicadas, para os três solos estudados * e °, significativo a 5 e 10% de probabilidade, respectivamente. (Root collar diameter (DC) of the sabiá seedlings, in response the applied N levels, for three studied soils. * and °, significant 5 and 10% of probability, respectively)

Para a RHDC, apenas a interação solos x doses apresentou efeito significativo, com exceção das mudas produzidas no substrato CAMBISSOLO, onde não houve diferença significativa entre as doses de N aplicadas, permanecendo este índice com valor de 7,66 (Figura 3). Para os outros substratos verificou-se efeito linear positivo, com índices variando de 5,73 a 10,33 no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e 5,44 a 8,08 no LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, quando a dose de N aplicada variou de zero (testemunha) a 200 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 3).



* significativo a 5 % de probabilidade

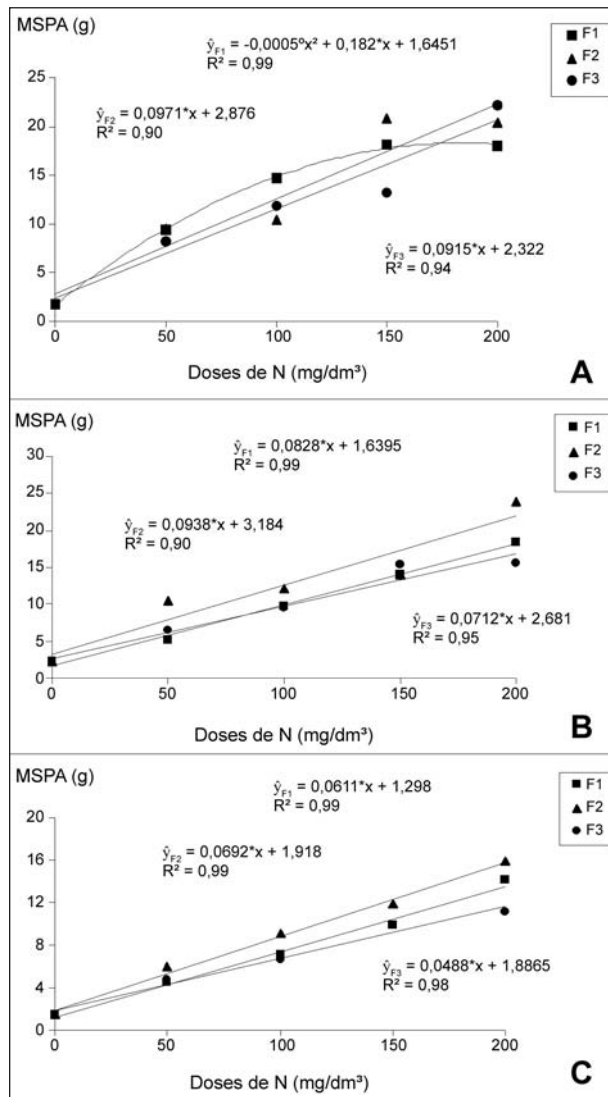
Figura 3. Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (RHDC) das mudas de sabiá, em resposta a doses de N aplicadas, para os três solos estudados. (Relation of the aerial part height/ root collar diameter (RHDC) of the sabiá seedlings, in response the applied N levels, for three studied soils)

Este comportamento linear sobre a RHDC também foi observado em mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas com soluções nitrogenadas aplicadas via água de irrigação (ISMAEL *et al.*, 2000). Segundo Sturion e Antunes (2000), a relação altura da parte aérea/ diâmetro do coleto (RHDC) constitui uma das características usadas para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo. Para Moreira e Moreira (1996), essa variável é reconhecida como um dos melhores, senão o melhor indicador do padrão de qualidade de mudas sendo, em geral, o mais indicado para determinar a capacidade de sobrevivência de mudas no campo (DANIEL *et al.*, 1997; CARNEIRO, 1995).

Para a MSPA, constatou-se que a interação solos x fontes x doses de nitrogênio foi significativa, sendo que para o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, verificou-se efeito linear positivo quando da aplicação de sulfato de amônio e nitrato de cálcio, enquanto que para a de nitrato de amônio houve efeito quadrático, onde a dose de 182 mg/dm³ proporcionou o valor máximo de 18,2 g de MSPA (Figura 4). Já para CAMBISSOLO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, as fontes proporcionaram efeito linear positivo, com a MSPA aumentando com as doses, verificando-se os maiores valores quando a fonte aplicada foi o sulfato de amônio (Figura 4).

A interação solos x fontes x doses também foi significativa para a MST, observando-se efeito quadrático apenas para o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, onde a dose de 178 mg/dm³ de nitrato de amônio proporcionou o valor máximo de 25 g de MST. Para as demais fontes, neste e nos outros substratos, a produção de biomassa total aumentou linearmente

com as doses aplicadas, obtendo-se os maiores valores com a aplicação de sulfato de amônio, sendo 30,67 g; 29,74 g e 23,25 g para ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, CAMBISSOLO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, respectivamente (Figura 5).



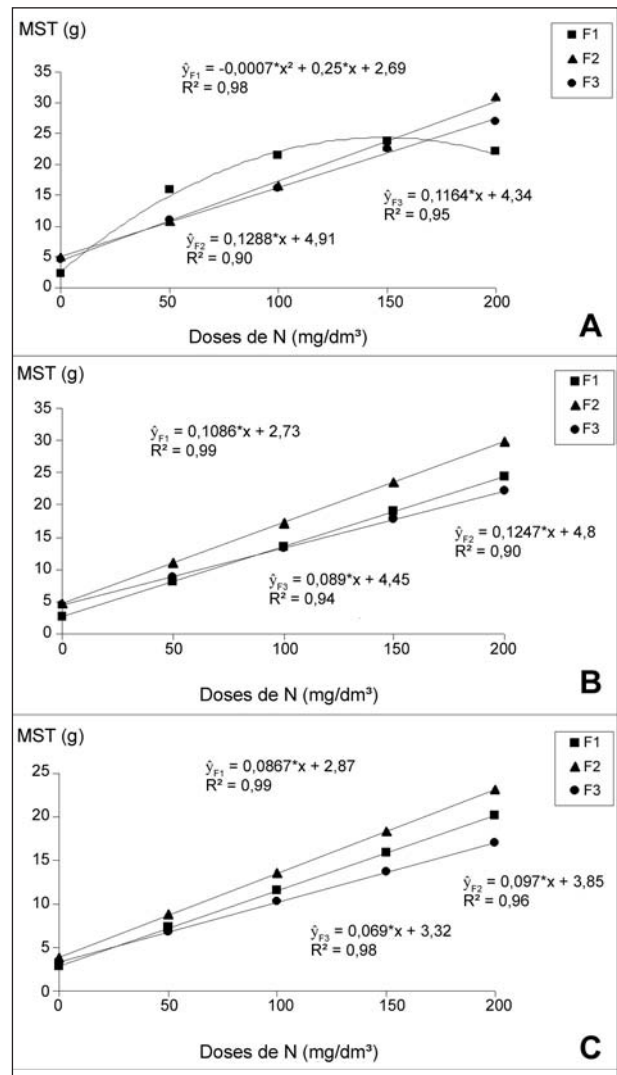
* significativo a 5 % de probabilidade.

Figura 4. Matéria seca da parte aérea (MSPA) de mudas de sabiá, em resposta a doses de N aplicadas, para as três fontes nitrogenadas (F1= nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (A), CAMBISSOLO (B) e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (C) (Aerial part dry matter (MSPA) of sabiá seedlings, in response the applied N levels, for the three nitrogen sources (F1 = ammonium nitrate; F2 = ammonium sulphate and F3 = calcium nitrate), in ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (A), CAMBISSOLO (B) and LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (C))

Sobre a MSR, verificou-se o efeito principal de dose, fonte e solo, sem a interação entre esses fatores. A biomassa de raízes aumentou linearmente com as doses de N aplicadas (Figura 6).

Dentre as fontes nitrogenadas, a maior produção de matéria seca de raízes foi obtida quando as mudas receberam como fonte o sulfato de amônio, não havendo diferença significativa

para as demais fontes, apesar do nitrato de amônio apresentar média 10% maior que o nitrato de cálcio (Tabela 3).



* significativo a 5 % de probabilidade.

Figura 5. Matéria seca total (MST) de mudas de sabiá, em resposta a doses de N aplicadas, para as três fontes nitrogenadas (F1= nitrato de amônio; F2 = sulfato de amônio e F3 = nitrato de cálcio), no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (A), CAMBISSOLO (B) e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (C) (Total dry matter (MST) of sabiá seedlings, in response the applied N levels, for the three nitrogen sources (F1 = ammonium nitrate; F2 = ammonium sulphate and F3 = calcium nitrate), in ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (A), CAMBISSOLO (B) and LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (C))

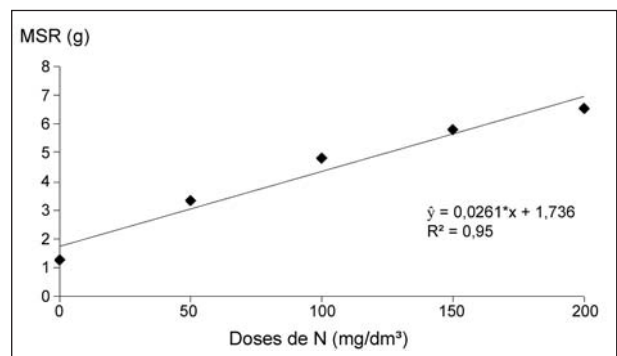


Figura 6. Matéria seca das raízes (MSR) de mudas de sabiá em resposta a doses de N aplicadas. (Roots dry matter (MSR) of sabiá seedlings in response the applied N levels)

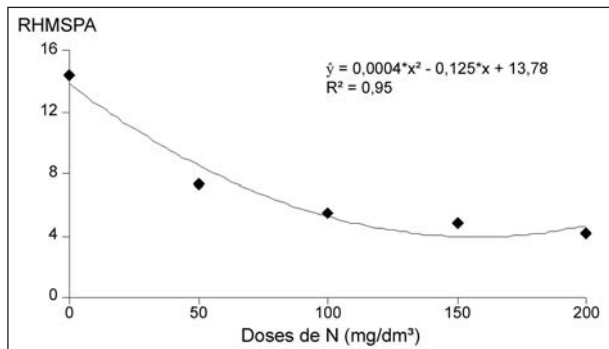
Tabela 3. Matéria seca de raízes (MSR), Índice de qualidade de Dickson (IQD) e número de nódulos, de mudas de sabiá, em resposta a fontes de N aplicadas. (Roots dry matter (MSR), Dickson quality index (IQD) and nodules number in sabiá seedlings, in response the applied N sources)

Fontes de N	MSR (g)	IQD	Nº nódulos
NH ₄ NO ₃	4,29 b	1,38 b	33,81 ab
[(NH ₄) ₂ SO ₄]	4,89 b	1,57 a	48,81 a
[Ca(NO ₃) ₂]	3,84 b	1,26 b	26,71 a

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores encontrados para a MSR são inferiores aos encontrados por Pereira *et al.* (1996) em mudas de cinamomo e jacarandá mimoso, onde os maiores valores, 12,57 g e 8,83 g, respectivamente, foram obtidos quando o N foi fornecido na forma nítrica. Quanto aos substratos, notou-se que a maior produção de biomassa radicular, foi encontrada no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, valor aproximadamente, 17 e 20% maior que o encontrado no CAMBISSOLO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, respectivamente (Tabela 2).

Verificou-se, sobre a RHMSPA, apenas o efeito principal de doses, não havendo interação significativa entre os demais fatores. O melhor índice para a RHMSPA foi obtido por meio de modelo quadrático, sendo de 4,1 com a dose de 156 mg/dm³ de N, independente da fonte aplicada (Figura 7).



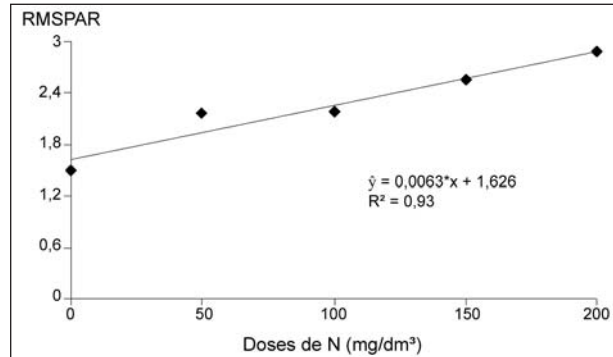
* significativo a 5 % de probabilidade.

Figura 7. Relação altura da parte aérea/ matéria seca da parte aérea (RHMSPA) em resposta a doses de nitrogênio aplicadas. (Relation aerial part height/ aerial part dry matter (RHMSPA) in response the applied N levels)

Essa relação não é comumente usada, porém, pode ser de grande auxílio, para prever o potencial de sobrevivência da muda no campo. Segundo Gomes (2001), quanto menor for o quociente obtido, mais lignificada será a muda e maior a capacidade de sobrevivência no campo.

Para a RMSPAR, o efeito principal ocorreu para solos e doses, contudo sem interação significativa entre os fatores. Para doses, o valor desta relação aumentou linearmente com a apli-

cação das mesmas (Figura 8). Já nos substratos, o menor índice foi encontrado para mudas produzidas no LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, sendo que para os demais solos, os valores obtidos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2).

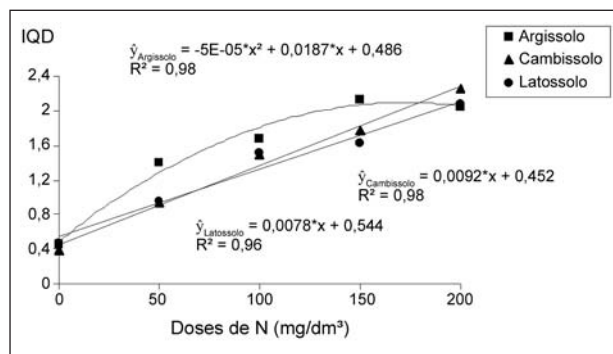


* significativo a 5 % de probabilidade.

Figura 8. Relação matéria seca da parte aérea/ matéria seca de raízes (RMSPAR) em resposta a doses de nitrogênio aplicadas. (Relation aerial part dry matter weight/ roots dry matter (RMSPAR) in response the applied N levels)

Segundo Parviainen (1981), essa relação é considerada confiável e eficiente para expressar a qualidade das mudas. Sem definir a espécie, Brissette (1984), propôs 2,0 como a melhor relação entre essas características, havendo, porém, outros valores na literatura, que variam com a espécie, o sítio e outras características, como os valores encontrados para *Pinus taeda* e *Tabebuia impetiginosa*, por Boyer e South (1987) e Cruz *et al.* (2004), respectivamente.

O IQD apresentou efeito significativo para a interação solos x doses, onde nos substratos CAMBISSOLO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO este índice aumentou linearmente com as doses aplicadas. No ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, o efeito quadrático de doses proporcionou o maior índice, sendo de 2,1 na dose de 173 mg/dm³ de N (Figura 9).

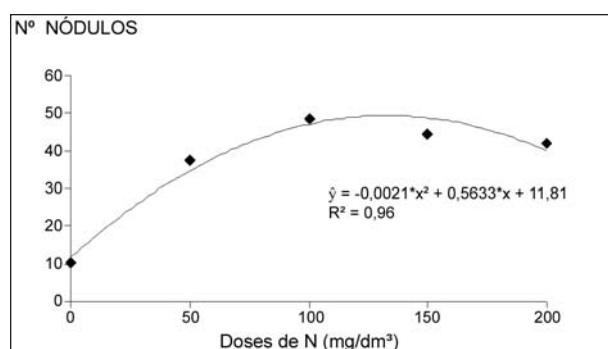


* significativo a 5 % de probabilidade.

Figura 9. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de sabiá, em resposta a doses de N aplicadas, para os três solos estudados. (Dickson quality index (IQD) of sabiá seedlings, in response the applied N levels, for three studied soils).

Sobre o IQD, também se verificou o efeito principal de fonte, sendo que o melhor índice foi obtido com o sulfato de amônio, cujo valor foi de 19 e 12% maior que o encontrado para o nitrato de amônio e nitrato de cálcio, respectivamente (Tabela 3). O IQD é uma fórmula balanceada, onde se incluem as características morfológicas H, DC, PMST, PMSPA e PMSR, e quanto maior for o valor deste índice, melhor será a qualidade da muda produzida (GOMES, 2001). Segundo Fonseca *et al.* (2002), o IQD foi um bom parâmetro para indicar o padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha*, crescidas nas condições de viveiro suspenso, uma vez que, as mudas com maiores índices apresentaram maiores valores de diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e total, e menores valores da relação altura/diâmetro do coleto.

Verificou-se a presença de nódulos nas mudas de sabiá produzidas nos três substratos, porém sem um padrão uniforme. Constatou-se o efeito principal de fontes e doses de nitrogênio sobre a nodulação, verificando-se maior número de nódulos, aproximadamente o dobro, nas mudas que receberam como fonte o sulfato de amônio, quando comparado com as que receberam nitrato de cálcio, que tiveram o menor número (Tabela 3). Quanto às doses, o maior número de nódulos, aproximadamente 49, determinado por meio de modelo quadrático, foi obtido na dose de 134 mg/dm³, independente da fonte aplicada (Figura 10).



* significativo a 5 % de probabilidade.

Figura 10. Número de nódulos em mudas de sabiá em resposta a doses de nitrogênio aplicadas. (Nodules number of in sabiá seedlings in response the applied N levels)

Segundo Siqueira e Franco (1988), entre os nutrientes minerais, o nitrogênio é o que tem maior efeito sobre a fixação biológica e sua presença é necessária para o crescimento dos microorganismos até o início da fixação. Além disso, o N-mineral afeta em diferentes magnitu-

des do processo de infecção, a taxa de fixação e o número de nódulos formados, bem como a eficiência de fixação do N. Esses mesmos autores ainda relatam que o crescimento dos nódulos é sensível ao excesso de N, mas por outro lado, pequenas doses estimulam tanto o crescimento da planta, como também podem aumentar a massa de nódulos produzidos. Dessa forma, pode-se inferir que no intervalo de doses de N aplicadas neste experimento, mesmo as maiores doses, não foram excessivas a ponto de inibir a nodulação ou abortar os eventos iniciais da infecção, apesar da ausência de informações sobre a eficiência de fixação destes nódulos.

CONCLUSÕES

- As mudas de sabiá responderam positivamente à adição de N-mineral nos três substratos estudados;
- As mudas produzidas no substrato ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO proporcionaram as melhores médias para altura da parte aérea, diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e total em relação ao CAMBISOLO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, provavelmente devido a sua maior fertilidade natural entre outras características físicas, o que não implica no não uso dos outros dois solos testados;
- As fontes nitrogenadas tiveram efeito positivo e significativo, com maiores médias obtidas com a aplicação de sulfato de amônio, sendo viável também, na impossibilidade da utilização desta, o emprego das outras duas fontes testadas;
- Recomenda-se, na produção de mudas de sabiá em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, uma dose de 176 mg/dm³ de N, tendo como fonte o sulfato de amônio.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.T.; VASCONCELOS, I.; NESS, R.L.L. Infecção micorrízica vesículo-arbuscular e nodulação de leguminosas arbóreas do Ceará, Brasil. *Ciência Agrônoma*, Fortaleza, v.17, v.1, p.89-97, 1986.

- 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.
- BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A.; MARINHO, C.S.; LELES, P.S.S.; NEVES, J.C.L.; CARVALHO, A.J.C. Efeitos da adubação em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) produzidas em substrato constituído por resíduos agroindustriais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.22, n.4, p.433-441, 1998.
- BARROSO, D.G.; CARVALHO, F.A.; CARNEIRO, J.G.A.; CHAVES, L.L.B. Efeito de diferentes doses de nitrogênio em mudas de sesbânia (*Sesbania virgata* Raddi) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth), produzidas em resíduos agro-industriais como substrato. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6, 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos...** Rio de Janeiro: Instituto Biosfera, 2000. p.120-121.
- BOYER, J.N.; SOUTH, D.B. Excessive seedling height, high shoot-to-root ratio and benomyl root dip reduce survival of stored loblolly pine seedlings. **Tree planter's notes**, Washington, v.38, n.4, p.19-22, 1987.
- BRISSETTE, J.C. Summary of discussion about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. **Proceedings...** New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984. p.127-128.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUIPEF, 1995. 451p.
- CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; GOMES, K.C.O.; AMADIO GUERRERO, C.R. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia forestalis**, Piracicaba, n.66, p.100-107, 2004.
- DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R.; SOUZA, E.F. Aplicação de fósforo em mudas de *Aca-cia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.163-168, 1997.
- DRIESSCHE, R.V.D. Response of Douglas fir seedlings to nitrate and ammonium nitrogen sources at different levels of pH and iron supply. **Plant and Soil**, Amsterdam, v.49, n.3, p.607-623, 1978.
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas).** Viçosa: UFV, 1997. 59p.
- FONSECA, E.P.; VALERI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.
- GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** 2001. 126p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- GONÇALVES, J.L.M. Características do sistema radicular de *Eucalyptus grandis* sob diferentes condições edáficas: 1- distribuição de raízes nas camadas de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 21., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.876-878
- ISMAEL, J.J.; VALERI, S.V.; CARVALHO, C.M.; SILVA, C.R.; SILVA, M.R. Efeitos de doses de nitrogênio e níveis de estresse hídrico sobre parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden na fase de rustificação. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6, 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos...** Rio de Janeiro: Instituto Biosfera, 2000. p.121.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. v.1, 368p.
- MOREIRA, F.M.S.; MOREIRA, F.W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v.26, n.1/2, p.3-16, 1996.
- NAMBIAR, E.K.S. Plantation forests: their scope and perspective on plantation nutrition. In: BOWER, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (Eds.). **Nutrition of plantation forest.** London: Academic Press, 1989. p.1-15.

- PARVIAINEN, J.V. Qualidade e avaliação de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUIPEE, 1981. p.59-90.
- PASSOS, M.A.A. Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC). 1994. 57p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- PEREIRA, E.G.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.; MOREIRA, F.M.S. Influência do nitrogênio mineral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.653-662, 1996.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 81p.
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. Fixação biológica do nitrogênio. In: SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. (Eds.). **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Lavras: FAEPE; ABEAS; MEC; ESAL, 1988. p.179-214.
- SMIRNOFF, N.; STEWARD, G.R. Nitrate assimilation and translocation by higher plants: comparative physiology and ecological consequences. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.64, n.2, p.133-140, 1985.
- STURION, J.A.; ANTUNES, B.M.A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p.125-150.

Recebido em 28/10/2004

Aceito para publicação em 15/03/2006

