

**RESPOSTA DE MUDAS DE *Senna macranthera* CULTIVADAS EM  
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO A MACRONUTRIENTES**

RESPONSE OF *Senna macranthera* SEEDLINGS GROWN IN  
RED YELLOW ARGISOL TO MACRONUTRIENTS

Cezar Augusto Fonseca e Cruz<sup>1</sup> Haroldo Nogueira de Paiva<sup>2</sup>  
Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha<sup>3</sup> Júlio César Lima Neves<sup>4</sup>

**RESUMO**

*Senna macranthera* tem grande ocorrência natural, com potencial uso na recuperação de áreas degradadas. Entretanto, existe necessidade de informações sobre a nutrição das espécies florestais nativas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de N, P, K, Ca, Mg e S sobre o crescimento e índices de qualidade de mudas de fedegoso e determinar a dose a ser recomendada para estes. No trabalho, conduzido em casa de vegetação, utilizou-se amostras de Argissolo Vermelho Amarelo, retirado da camada abaixo de 20 cm de profundidade, como substrato. Delimitou-se o experimento por meio de matriz baconiana, avaliando-se três doses dos seis macronutrientes e dois tratamentos adicionais, um com doses de referência (adubação usada como padrão para espécies nativas) e outro sem adição de nutrientes. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram analisados os parâmetros morfológicos e os índices de qualidade de mudas. Verificou-se, por meio de análise dos contrastes ortogonais, resposta significativa de todas as variáveis estudadas à aplicação dos macronutrientes. A espécie mostrou-se mais exigente em P e K em comparação aos demais macronutrientes, sendo recomendada dose de 600 mg dm<sup>-3</sup> de P e 200 mg dm<sup>-3</sup> de K. Recomendam-se estudos adicionais com os nutrientes N, Ca, Mg e S, com doses inferiores às menores doses testadas, tendo em vista que, segundo dados deste estudo, as melhores doses desses nutrientes se encontram entre os teores originais do solo usado como substrato e as menores doses aplicadas.

**Palavras-chave:** nutrição de planta; características morfológicas; reflorestamento; produção de mudas.

**ABSTRACT**

*Senna macranthera* has great natural occurrence, with potential use in the recovery of degraded areas. However, there is need for information on the nutrition of native forest species. In that sense, the objectives of this study were to evaluate the effect of doses of N, P, K, Ca, Mg and S on growth and quality indices of seedlings of *Senna macranthera* and to determine their recommended doses. This study was carried out in a greenhouse, using a Red Yellow Argisol, removed from the layer below 20 cm depth, as substratum. The experiment was designed in a Baconian Matrix, and three doses of the six macronutrients and two additional treatments were evaluated, one with reference doses (fertilizer used by default for native species) and the other one without the addition of nutrients. An entirely casualized design was adopted, with four repetitions. The morphologic parameters and quality indices of seedlings were analyzed. Through orthogonal contrasts, a significant response of all the variables studied was verified in relation to the macronutrients applied. The species was most demanding of P and K in comparison to the other macronutrients, and the recommended doses were of 600 mg dm<sup>-3</sup> of P and 200 mg dm<sup>-3</sup> of K. It is recommended that further studies with lower

1. Engenheiro Florestal, Dr., Analista do Instituto Estadual de Florestas, Av. Doutor David Benedito Ottoni, 257, Jardim dos Estados, CEP 37701-069, Poços de Caldas (MG). ceaufoc1@yahoo.com.br
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, CEP 36570-000, Viçosa (MG). hnpaiva@ufv.br
3. Engenheira Florestal, Dr., Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Av. Dr. José Sebastião da Paixão, S/N, Lindo Vale, CEP 36180-000, Rio Pomba (MG). catarina\_mori@yahoo.com.br
4. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, CEP 36570-000 Viçosa (MG). julio\_n2003@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 24/08/2009 e aceito em 6/05/2010.

doses of the nutrients N, Ca, Mg and S be carried out, since, according to this study, the best doses for these nutrients were found for the original soil used as substrate and the lowest dose of the applied treatment.

**Keywords:** plant nutrition; morphologic characteristics; reforestation; seedling production.

## INTRODUÇÃO

Fedegoso (*Senna macranthera*) é uma Caesalpiniaceae bastante ornamental quando em flor, atinge de 6 a 8 metros de altura e 20 a 30cm de diâmetro. É uma espécie semidecídua ou decídua durante o inverno, heliófila, indiferente às características físicas do solo, sendo muito frequente em formações secundárias de regiões de altitude, desde o Ceará até São Paulo e Minas Gerais (LORENZI, 1992).

Por causa da adaptação a diversos tipos de solos é indicada para utilização em programas de revegetação em áreas degradadas e matas ciliares, como também para a arborização urbana (LORENZI, 1992), podendo ainda ser indicada para arborização de pastagens, formação de pasto apícola e fins ornamentais. No entanto, segundo Faria (1996) quando plantadas em solos com baixa fertilidade natural, a espécie não se desenvolve de forma satisfatória.

Os programas de revegetação têm buscado explorar o potencial de espécies nativas, por estas apresentarem boa adaptação às condições edafoclimáticas e facilitarem o restabelecimento do equilíbrio entre a fauna e a flora, além da importância dessas espécies na produção de madeira e conservação ambiental (DUBOC et al., 1996).

A espécie em questão, por se tratar de uma leguminosa arbórea, tem potencial para minimizar a degradação das pastagens do estado de Minas Gerais acarretada por manejo inadequado. Além de atuar no controle da erosão e aumentar a retenção de água no solo, o uso do fedegoso pode proporcionar aumento na disponibilidade de alguns nutrientes no solo, especialmente o nitrogênio, por causa da simbiose com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>.

A capacidade de nodular não é uma característica inerente a todas as espécies de leguminosas, sendo pouco frequente nas espécies da família Caesalpiniaceae. No entanto, para fedegoso, estudos tem revelado que a introdução de fungo micorrízico é importante para o crescimento inicial de mudas (PEREIRA et al., 1996a; PARON et al., 1997).

A produção de mudas florestais, em qualidade e quantidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais com espécies nativas. Nesse

sentido, o entendimento da nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivo apropriados são fatores essenciais para a definição de uma adequada recomendação de fertilização, sendo normalmente a terra de subsolo o substrato mais utilizado (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000).

Caracterizadas por serem espécies pioneiras e agressivas, com elevada produção de biomassa e ocorrência em diferentes condições climáticas, as leguminosas arbóreas têm apresentado significativo destaque nos estudos de recuperação de solos degradados (BALIEIRO et al., 2001). No entanto, para a maioria das espécies leguminosas arbóreas potenciais para a recuperação dessas áreas, desconhecem-se as exigências nutricionais. Fato que leva à adoção de adubações padronizadas, desconsiderando as exigências nutricionais de cada espécie, não permitindo, assim, a obtenção do potencial máximo de crescimento e a otimização de insumos.

Estudos relacionados à fertilização do fedegoso têm sido conduzidos, visando à melhoria das mudas produzidas. Entre esses estudos, citam-se os de Silva et al. (1997), que verificaram que a espécie é responsiva ao K. Em relação à elevação de saturação por bases, Souza (2006) concluiu que as características morfológicas e os índices de qualidade de mudas não foram influenciadas quando as mudas foram cultivadas em um Argissolo. Estudando o fedegoso cultivado em Latossolo, Pereira et al. (1996a) observaram efeito negativo da adição de N; o contrário foi verificado em cultura com areia lavada, em que se verificaram efeitos positivos da adição de N no crescimento, o que evidencia sua demanda pela espécie (PEREIRA et al., 1996b). Já Paron et al. (1997) não verificaram efeito da adição de N no crescimento das mudas cultivadas em um Latossolo, enquanto a adição de P promoveu significativo aumento no crescimento das plantas.

Apesar de esses estudos indicarem algumas tendências da fertilização para produção de mudas de fedegoso, pouco se sabe sobre o comportamento das plantas quando da aplicação de doses crescentes de macronutrientes, tendo em vista que, nos textos mencionados, trabalhou-se com a presença ou ausência de determinado nutriente. Nesse contexto, os objetivos deste trabalho foram: 1) avaliar o efeito da aplicação de doses de macronutrientes

sobre o crescimento e qualidade das mudas dessa espécie cultivada em Argissolo Vermelho Amarelo e 2) determinar a dose desses nutrientes a ser recomendada para produção de mudas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação no viveiro de pesquisa do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, no período de janeiro a junho de 2006.

Situado nas coordenadas 20°45' S e 42°55' W na Zona da Mata de Minas Gerais, o município de Viçosa possui clima classificado como tropical de altitude, com verões chuvosos e invernos frios e secos, do tipo Cwb, pelo sistema de Köppen e, possui precipitação média anual de 1.221 mm.

Para a realização do estudo, foram usadas amostras de um Argissolo Vermelho-Amarelo (Argila 390 g kg<sup>-1</sup>; Silte 160 g kg<sup>-1</sup>; Areia grossa 270 g kg<sup>-1</sup>; Areia fina 180 g kg<sup>-1</sup>) retiradas da camada abaixo de 20 cm de profundidade, secas ao ar e peneiradas em malha de

4 mm de diâmetro para então serem caracterizadas quimicamente (Tabela 1).

As amostras de solo utilizadas neste estudo foram provenientes de áreas próximas à Viçosa, sendo que este tem ocorrência predominante na região da Zona da Mata mineira, motivo pelo qual foi escolhido para a realização do experimento.

Os tratamentos foram obtidos segundo matriz baconiana (TURRENT, 1979), na qual um dos nutrientes é fornecido em quantidades variáveis, enquanto os outros são mantidos em um nível referencial. Com essa matriz, pretendeu-se avaliar seis nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) em três diferentes doses e, ainda dois tratamentos adicionais, sendo um com doses de referência e outro sem adição de nutrientes, totalizando vinte tratamentos, que foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram delimitados de maneira que, quando a quantidade de um nutriente estivesse variando, as doses dos demais estariam fixas, sendo que a variação das doses e nutrientes em cada tratamento pode ser visualizada na Tabela 2.

TABELA 1: Análise química das amostras de solos utilizadas na produção das mudas de *Senna macranthera* antes da aplicação dos tratamentos.

TABLE 1: Chemical analysis of the soil samples used for the production of *Senna macranthera* seedlings before treatments.

Solo	pH H <sub>2</sub> O	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	(T)	V	m	MO
										%		dag kg <sup>-1</sup>
Argissolo Vermelho Amarelo	6,00	2,10	14	1,60	0,10	0,00	3,63	1,74	5,37	32	0	2,82

Em que: pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> - Relação 1:2,5; SB = Soma de bases trocáveis; P e K – Extrator Mehlich 1; V = Índice de Saturação por bases; CTC (T) = Capacidade de troca catiônica (pH 7,0); MO – C. Org x 1,724 – Método Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> - Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; m = Saturação por alumínio; H+ Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> – pH 7,0.

TABELA 2: Tratamentos obtidos pela matriz baconiana, com as doses dos nutrientes aplicadas no substrato utilizado para a produção de mudas de *Senna macranthera*.

TABLE 2: Treatments obtained through the Baconian Matrix, with the nutrient doses applied in the substratum used for the production of *Senna macranthera* seedlings.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO	TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO
1	Referência <sup>1</sup>	11	K = 200 mg dm <sup>-3</sup>
2	Solo sem correção	12	Ca = 0,8 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
3	N = 50 mg dm <sup>-3</sup>	13	Ca = 1,2 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
4	N = 150 mg dm <sup>-3</sup>	14	Ca = 1,4 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
5	N = 200 mg dm <sup>-3</sup>	15	Mg = 0,2 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
6	P = 150 mg dm <sup>-3</sup>	16	Mg = 0,6 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
7	P = 450 mg dm <sup>-3</sup>	17	Mg = 0,8 cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
8	P = 600 mg dm <sup>-3</sup>	18	S = 20 mg dm <sup>-3</sup>
9	K = 50 mg dm <sup>-3</sup>	19	S = 60 mg dm <sup>-3</sup>
10	K = 150 mg dm <sup>-3</sup>	20	S = 80 mg dm <sup>-3</sup>

Em que: <sup>1</sup> = valores da dose de referência (N = 100 mg dm<sup>-3</sup>; P = 300 mg dm<sup>-3</sup>; K = 100 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S = 40 mg dm<sup>-3</sup>).

A unidade experimental foi constituída por um vaso de polietileno rígido com capacidade de 2,1 dm<sup>3</sup> de solo e uma muda. A espécie selecionada para realização deste experimento foi o fedegoso cujas sementes foram adquiridas junto ao setor de silvicultura do Departamento de Engenharia Florestal da UFV.

Pesaram-se 2,1 kg do solo usado como substrato e, em seguida, acondicionaram-se em sacos plásticos. Posteriormente, foi adicionado corretivo ao solo (empregando uma mistura de CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>), nas quantidades definidas pelos tratamentos (Tabela 2), e homogeneizados. Depois da aplicação dos corretivos, seguiu-se um período de incubação de 30 dias, mantendo o teor de água próximo à capacidade de campo.

Decorridos os 30 dias, foram adicionados os demais nutrientes, de acordo com as quantidades definidas na Tabela 2. A aplicação de nitrogênio e potássio foi igualmente parcelada aos 0, 30, 50, 70 e 90 dias após a semeadura.

Antes da semeadura, aplicou-se uma solução de micronutrientes composta por: boro (0,81 mg dm<sup>-3</sup>), cobre (1,33 mg dm<sup>-3</sup>), molibdênio (0,15 mg dm<sup>-3</sup>), manganês (3,66 mg dm<sup>-3</sup>) e zinco (4,0 mg dm<sup>-3</sup>), usando como fontes H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O, MnCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, respectivamente como indicado por Alvarez V. (1974).

Fez-se a semeadura de dez sementes diretamente nos vasos. O primeiro raleio foi realizado 15 dias após a emergência das plântulas deixando-se duas plântulas por vaso, e o segundo aos 30 dias, permanecendo então apenas uma plântula por vaso. A umidade do solo foi mantida próximo de 60% da capacidade de campo, mediante monitoramento diário com base na pesagem de conjunto de vasos de plantas, para verificação de água a ser colocada.

Aos 120 dias após a semeadura, realizou-se a medição da altura (H) utilizando-se régua graduada em centímetros, e do diâmetro do coleto (DC) das mudas com paquímetro com precisão de 0,01 mm. Em seguida, as plantas foram colhidas e subdivididas em raiz e parte aérea. As raízes foram separadas do solo mediante lavagem em água corrente com auxílio de uma peneira de 2 mm de malha e a seguir lavadas em água destilada e postas a secar em estufa com circulação forçada de ar a 60° C até que atingissem peso constante.

A determinação do peso de matéria seca de raiz (MSR) e peso de matéria seca da parte

aérea (MSPA) foi realizada em balança analítica com precisão de 0,01 g, e o peso de matéria seca total (MST) foi obtido pela soma da MSR e da MSPA. Com esses dados, calcularam-se os índices de qualidade de mudas: altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura de parte aérea por peso de matéria seca de parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca de parte aérea por peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR), bem como o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de acordo com a fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = MST / (H/D + MSPA/MSR)$$

Em que: MST – Peso de matéria seca total (g); H – Altura de parte aérea (cm); D – Diâmetro do coleto (mm); MSR – Peso de matéria seca de raiz (g) e; MSPA – Peso de matéria seca da parte aérea (g).

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de contrastes ortogonais, análises de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análises Estatística e Genética) (EUCLYDES, 1997) e o Statistica. Partindo das análises de variância individuais, estimou-se o erro experimental e de regressão e; procedeu-se à escolha do modelo com melhor ajuste aos dados, com base no coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). O ajuste das equações de regressão foi feito, testando-se os respectivos coeficientes pelo teste “t” de Student, com base no quadrado médio do resíduo da ANOVA ao nível de 1, 5 e 10% de probabilidade. Diante de dois ou mais modelos com coeficientes significativos, optou-se por aquele que apresentou maior R<sup>2</sup> e, com essas equações, determinaram-se as doses recomendadas dos macronutrientes, para obtenção de 90% dos valores máximos estimados das variáveis estudadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de fedegoso demonstraram pela análise dos contrastes ortogonais resposta significativa à aplicação de doses crescentes de macronutrientes para as variáveis estudadas, ou seja, a aplicação de fertilizantes à base de macronutrientes possibilitou significativo aumento do crescimento e qualidade de mudas dessa espécie.

Observaram-se baixas médias de crescimento no tratamento sem adição de nutrientes (Tabela 3). Isso indica que os teores de nutrientes existentes originalmente no solo usado como substrato para a produção das mudas são baixos.

Além disso, verificou-se que aplicação de doses crescentes de fertilizantes que continham N, P, K, Ca, Mg e S, em geral, proporcionou ganhos nos valores médios observados para as diferentes características avaliadas.

Para a maioria das características estudadas, exceto para as relações H/D e H/MSPA, as mudas referentes ao tratamento controle (sem adição de nutrientes) apresentaram valores de crescimento e relações e índices de qualidade de mudas inferior, em média de duas a quatro vezes, comparativamente às

maiores médias observadas para cada característica isoladamente (Tabela 3). Vale salientar que quanto menor os valores das relações H/D e H/MSPA maior a capacidade de sobrevivência e estabelecimento das mudas após seu plantio definitivo no campo, o que confirma a necessidade de fertilização na produção de mudas de fedegoso com qualidade satisfatória.

No tratamento sem adição de nutrientes, verificou-se que a matéria seca de raízes foi pelo menos duas vezes maior que a matéria seca da parte aérea (Tabela 3). Isso mais uma vez indica que

TABELA 3: Valores médios de altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), peso de matéria seca de raiz (MSR), peso de matéria seca total (MST), altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura de parte aérea por peso de matéria seca de parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca de parte aérea por peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), para mudas de *Senna macranthera* cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo em razão da aplicação de N, P, K, Ca, Mg e S aos 120 dias após a semeadura.

TABLE 3: Average values of height (H), collar diameter (DC), aerial part dry weight (MSPA), root dry weight (MSR), total dry weight (MST), height of the aerial part per collar diameter (H/D), height of the aerial part per aerial part dry weight (H/MSPA), aerial part dry weight per root dry weight (MSPA/MSR) and Dickson Quality Index (IQD) for *Senna macranthera* seedlings grown in Red Yellow Argisol after application of N, P, K, Ca, Mg and S at 120 days after being sown.

Nutriente	Dose	H (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	H/D	H/MSPA	MSPA/MSR	IQD
N	0	5,48	1,91	0,16	0,36	0,52	2,88	35,10	0,46	0,16
N	50	9,25	3,74	1,44	1,41	2,85	2,52	6,42	1,07	0,83
N	100	10,55	4,40	1,70	1,70	3,40	2,41	6,78	1,00	0,99
N	150	10,08	4,53	1,79	1,73	3,52	2,22	5,63	1,05	1,10
N	200	9,90	4,36	1,97	1,65	3,62	2,33	5,26	1,27	1,09
P	0	5,48	1,91	0,16	0,36	0,52	2,88	35,10	0,46	0,16
P	150	7,28	3,28	1,15	1,51	2,65	2,19	6,94	0,75	0,88
P	300	10,55	4,40	1,70	1,70	3,40	2,41	6,78	1,00	0,99
P	450	11,53	4,31	2,42	1,80	4,22	2,68	5,04	1,38	1,05
P	600	11,98	4,21	2,62	1,67	4,29	2,83	4,55	1,58	0,97
K	0	5,48	1,91	0,16	0,36	0,52	2,88	35,10	0,46	0,16
K	50	8,33	4,69	1,66	1,19	2,85	1,97	5,64	1,38	0,88
K	100	10,55	4,40	1,70	1,70	3,40	2,41	6,78	1,00	0,99
K	150	13,43	4,75	2,29	2,45	4,74	2,92	6,02	0,98	1,27
K	200	10,15	4,21	1,99	1,94	3,93	2,43	5,14	1,14	1,12
Ca	0	5,48	1,91	0,16	0,36	0,52	2,88	35,10	0,46	0,16
Ca	0,8	9,65	4,00	1,65	1,86	3,52	2,44	6,09	1,00	1,07
Ca	1,0	10,55	4,40	1,70	1,70	3,40	2,41	6,78	1,00	0,99
Ca	1,2	14,03	5,58	2,72	2,03	4,75	2,59	5,36	1,45	1,18
Ca	1,4	10,90	4,67	2,37	1,92	4,30	2,34	5,03	1,33	1,21
Mg	0	5,48	1,91	0,16	0,36	0,52	2,88	35,10	0,46	0,16
Mg	0,2	8,35	3,72	1,45	2,00	3,45	2,19	19,55	0,86	1,14
Mg	0,4	10,55	4,40	1,70	1,70	3,40	2,41	6,78	1,00	0,99
Mg	0,6	9,58	4,55	2,04	1,72	3,77	2,25	5,53	1,18	1,19
Mg	0,8	10,35	3,84	1,81	1,74	3,54	2,69	6,09	1,07	0,95
S	0	5,48	1,91	0,16	0,36	0,52	2,88	35,10	0,46	0,16
S	20	8,78	4,36	1,97	2,02	3,99	2,05	5,16	0,94	1,34
S	40	10,55	4,40	1,70	1,70	3,40	2,41	6,78	1,00	0,99
S	60	10,7	5,06	2,43	2,575	5,005	2,1675	4,5775	1,025	1,67
S	80	11,57	4,45	2,22	1,90	4,12	2,56	5,29	1,15	1,09

os teores originais do solo usado como substrato são insuficientes para a produção das mudas de fedegoso, segundo Marschner (1995) a limitação do suprimento de nutrientes torna as raízes o principal dreno de fotossintatos, o que favorece seu crescimento em relação à parte aérea.

### Efeito do nitrogênio

Os valores médios observados nas diversas características avaliadas, em geral, aumentaram, em razão da aplicação de doses crescentes de N (Tabela 3). Da mesma forma, mudas de fedegoso cultivadas sem adição de N ao meio apresentaram severa redução no crescimento (PEREIRA et al., 1996b), enquanto Paron et al. (1997) não observaram nenhum efeito desse nutriente no crescimento das mudas dessa espécie. À exceção do DC e da relação H/MSPA, a aplicação de N não promoveu efeito significativo no crescimento e qualidade das mudas de fedegoso (Tabela 4). O efeito da adição de N foi linear crescente para DC e linear decrescente para H/MSPA, indicando que para essas características, a maior produção será alcançada com a aplicação de

doses superiores a 200 mg dm<sup>-3</sup> de N.

Os poucos efeitos da aplicação de doses crescentes de N sobre a produção de mudas de fedegoso podem ser atribuídos ao tempo experimental deste estudo, tendo em vista as respostas observadas em literatura para outras espécies leguminosas nativas e os padrões recomendados por diversos autores como Paiva e Gomes (2000) e Gomes (2001). Os valores obtidos, ao final de 120 dias de cultivo, são inferiores aos padrões recomendados para o plantio das mudas em campo, indicando que as mudas de fedegoso submetidas a doses crescentes de N, nessas condições, não estariam aptas ao plantio, sendo necessário maior tempo de permanência das mudas no viveiro. Os pequenos efeitos da adição de N também podem ser atribuídos ao fato da espécie estudada ser uma leguminosa com potencial para formar associação com micro-organismos fixadores de N<sub>2</sub> (PEREIRA et al., 1996; PARON et al., 1997).

Além disso, a ausência de efeito observada para a maioria das características, sob efeito das doses crescentes de N (dose entre 50 e 200 mg dm<sup>-3</sup>), é um indicativo de que devem ser conduzidos estudos adicionais com doses inferiores às menores

TABELA 4: Estimativas geradas do efeito do N (mg dm<sup>-3</sup>) em mudas de *Senna macranthera* aos 120 dias após a semeadura, cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo, considerando: altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), peso de matéria seca de raiz (MSR), peso de matéria seca total (MST), altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura de parte aérea por peso de matéria seca de parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca de parte aérea por peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

TABLE 4: Generated estimations from the effect of N (mg dm<sup>-3</sup>) in *Senna macranthera* seedlings at 120 days after sown, grown in Red Yellow Argissol, considering: height (H), collar diameter (DC), aerial part dry weight (MSPA), root dry weight (MSR), total dry weight (MST), height of the aerial part per collar diameter (H/D), height of the aerial part per aerial part dry weight (H/MSPA), aerial part dry weight per root dry weight (MSPA/MSR) and Dickson Quality Index (IQD).

Característica	Equação	Significância (%)	R <sup>2</sup>	Dose recomendada
H	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,95$			50
DC	$\hat{Y} = 3,7512 + 0,004X$	10	54,08	200
MSPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,73$			50
MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,62$			50
MST	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,35$			50
H/D	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,37$			50
H/MSPA	$\hat{Y} = 7,1829 - 0,0093X$	10	72,85	50
MSPA/MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,10$			50
IQD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,01$			50

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade e \*\*\*significativo a 10% de probabilidade.

doses testadas, tendo em vista que se observou efeito significativo da adição de N, no entanto não houve efeito significativo para as doses crescentes, ou seja, maior produção será alcançada com a aplicação de no máximo 50 mg dm<sup>-3</sup> de N, desse modo se estima que a dose ótima de N está entre a concentração de N original do solo usado e a menor dose testada.

Efeitos positivos da adubação nitrogenada sobre a produção de diversas espécies florestais são encontrados com frequência na literatura. Respostas positivas à aplicação de N foram observadas por Marques et al. (2006a,b, 2009), Cruz et al. (2006) e Gonçalves et al. (2008) em plantas de *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Dalbergia nigra*, *Piptadenia gonoacantha*, *Samanea inopinata* e *Anadenathera macrocarpa*, respectivamente.

A dose recomendada para a fedegoso é inferior à dose recomendada para diversas espécies como *Acacia mangium* (DIAS et al., 1991), *Sclerobolium paniculatum* (DIAS et al., 1992), *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Dalbergia nigra*, *Piptadenia gonoacantha* (MARQUES et al., 2006a,b, 2009, respectivamente) e *Samanea inopinata* (CRUZ et al., 2006). Isso indica que a

espécie estudada apresenta baixa exigência por N ou que os teores originais desse nutriente no solo encontravam-se próximos do ideal. Pequeno efeito da adição de N também foi verificado por Oliveira et al. (1998) em plantas de *Dinizia excelsa*.

#### Efeito do fósforo

O P foi o nutriente que mais influenciou o crescimento e qualidade das mudas de fedegoso, implicando em aumentos nos valores observados de todas as características avaliadas, exceto para as relações H/D e H/MSPA (Tabela 3). Estudando a mesma espécie cultivada em Latossolo, Paron et al. (1997) também verificaram efeito positivo da adição de P, evidenciando a demanda desse nutriente pelo fedegoso.

Observa-se, na Tabela 5, que a aplicação de doses crescentes de P proporcionou efeitos de ordem raiz quadrada e linear positivo ou negativo, dependendo da característica em questão, sendo recomendada para, pelo menos, metade das características avaliadas a aplicação de doses superiores à maior dose testada.

TABELA 5: Estimativas geradas do efeito do P (mg dm<sup>-3</sup>) em mudas de *Senna macranthera* aos 120 dias após a semeadura, cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo, considerando: altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), peso de matéria seca de raiz (MSR), peso de matéria seca total (MST), altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura de parte aérea por peso de matéria seca de parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca de parte aérea por peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

TABLE 5: Generated estimations from the effect of P (mg dm<sup>-3</sup>) in *Senna macranthera* seedlings at 120 days after sown, grown in Red Yellow Argissol, considering: height (H), collar diameter (DC), aerial part dry weight (MSPA), root dry weight (MSR), total dry weight (MST), height of the aerial part per collar diameter (H/D), height of the aerial part per aerial part dry weight (H/MSPA), aerial part dry weight per root dry weight (MSPA/MSR) and Dickson Quality Index (IQD).

Característica	Equação	Significância (%)	R <sup>2</sup>	Dose recomendada
H	$\hat{Y} = 6,5625 + 0,01X$	1	84,07	600
DC	$\hat{Y} = -2,7864 + 0,7112\sqrt{X} - 0,0175X$	5	93,16	414,5
MSPA	$\hat{Y} = 0,9 + 0,0034X$	1	95,97	600
MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,67$			150
MST	$\hat{Y} = 2,2088 + 0,0038X$	5	91,77	600
H/D	$\hat{Y} = 1,986 + 0,0014X$	1	98,84	150
H/MSPA	$\hat{Y} = 8,0567 - 0,0059X$	10	90,15	600
MSPA/MSR	$\hat{Y} = 0,4558 + 0,0019X$	1	98,73	805
IQD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,97$			150

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade e \*\*\*significativo a 10% de probabilidade.

As doses de P recomendadas para a produção de mudas de fedegoso são superiores às encontradas por Gonçalves et al. (2008) para *Anadenanthera macrocarpa*, sendo que os autores recomendaram a aplicação de 150 mg dm<sup>-3</sup> de P, em condições experimentais semelhantes e utilizando o mesmo tipo de solo, fonte e doses dos fertilizantes fosfatados.

Outros autores também verificaram bom crescimento e qualidade de mudas cultivadas sob dose de P inferior à recomendada neste estudo. Ceconi et al. (2006) recomendam a aplicação de 360 mg dm<sup>-3</sup> de P na produção de mudas de *Luehea divaricata*; Gomes et al. (2008) recomendam 54 mg dm<sup>-3</sup> de P para *Apuleia leiocarpa*; Ceconi et al. (2007) recomendam 450 mg dm<sup>-3</sup> de P para *Ilex paraguariensis*. Isso indica que a espécie estudada se mostra mais exigente em P, o que também foi observado por Mello et al. (2008), os quais recomendaram aplicação de doses de P semelhantes às indicadas para fedegoso, na produção de mudas de *Acacia mearnsii*.

Ainda, a importância da fertilização fosfatada na produção de mudas também foi evidenciada por Fernandes et al. (2002 e 2007) em mudas de *Cordia goeldiana*, os quais observaram

efeito linear positivo até uma dosagem de 450 mg dm<sup>-3</sup> de P. Deve-se ressaltar, entretanto, que as plantas de fedegoso apresentaram esse comportamento até uma dose superior à maior dose aplicada pelos autores anteriores, demonstrando, dessa forma, que a espécie estudada é mais exigente nutricionalmente em P do que *Cordia goeldiana*.

A diferente exigência nutricional em P pelas espécies florestais nativas já foi evidenciada por outros autores como Resende et al. (1999) que, ao estudarem o comportamento de cinco espécies florestais, determinaram doses ótimas variando entre 225,04 e 842,45 mg dm<sup>-3</sup>, comprovando a disparidade de exigência nutricional em P entre as espécies e a importância do nutriente para o adequado crescimento e qualidade das plantas.

### Efeito do potássio

A espécie apresentou pouca resposta à aplicação de K, sendo que efeitos significativos foram observados somente para H, MSR e MST, com efeito quadrático para a primeira característica e linear positivo para as demais (Tabela 6). Tendo em vista que a MST tem sido considerada como a característica que melhor reflete a produção,

TABELA 6: Estimativas geradas do efeito do K (mg dm<sup>-3</sup>) em mudas de *Senna macranthera* aos 120 dias após a semeadura, cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo, considerando: altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), peso de matéria seca de raiz (MSR), peso de matéria seca total (MST), altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura de parte aérea por peso de matéria seca de parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca de parte aérea por peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

TABLE 6: Generated estimations from the effect of K(mg dm<sup>-3</sup>) in *Senna macranthera* seedlings at 120 days after sown, grown in Red Yellow Argissol, considering: height (H), collar diameter (DC), aerial part dry weight (MSPA), root dry weight (MSR), total dry weight (MST), height of the aerial part per collar diameter (H/D), height of the aerial part per aerial part dry weight (H/MSPA), aerial part dry weight per root dry weight (MSPA/MSR) and Dickson Quality Index (IQD).

Característica	Equação	Significância (%)	R <sup>2</sup>	Dose recomendada
H	$\hat{Y} = -0,0005X^2 + 0,1542X + 1,65$	1	82,70	140,2
DC	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,51$			50
MSPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,91$			50
MSR	$\hat{Y} = 1,07 + 0,0059X$	10	54,64	200
MST	$\hat{Y} = 2,5812 + 0,0092X$	5	54,01	200
H/D	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,43$			50
H/MSPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,90$			50
MSPA/MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,13$			50
IQD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,07$			50

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade e \*\*\*significativo a 10% de probabilidade.

recomenda-se a aplicação de dose superiores a 200 mg dm<sup>-3</sup> de K. Isso indica que a espécie tem alta exigência pelo nutriente quando comparada a outras espécies florestais nativas. Efeitos positivos da aplicação de K no crescimento de mudas de fedegoso também foram obtidos por Silva et al. (1997) ao avaliarem a presença ou ausência de K em Latossolo.

Resultados contrários aos observados neste estudo foram verificados por diversos autores, os quais constataram ausência de efeito da aplicação de K sobre o crescimento e qualidade das mudas, o que é mais um indicativo de que a fedegoso é uma espécie exigente pelo nutriente. Baliero et al. (2001) verificaram melhor desempenho de mudas de *Acacia auriculiformis* cultivadas sem a aplicação de K, o mesmo fato foi observado por Duboc et al. (1996), Mendonça et al. (1999), Souza et al. (2006) e Gonçalves et al. (2008) em mudas de *Hymenaea courbaril*, *Myracrodruon urundeuva*, *Tabebuia impetiginosa* e *Anadenanthera macrocarpa*, respectivamente.

De maneira semelhante ao observado neste estudo, Dias et al. (1992) também observaram resposta positiva das mudas de *Sclerolobium paniculatum* à adubação potássica. Cabe ressaltar

que a dose de K recomendada para fedegoso é bem maior do que a recomendada por outros autores como Reis et al. (1997) em mudas de *Dalbergia nigra*, estando tais autores de acordo com relatos de Dias et al. (1991), os quais mencionam que a maioria das espécies florestais exige a dose ótima de 50 mg dm<sup>-3</sup> de K.

#### Efeito do cálcio

O crescimento das plantas sob doses diferenciadas de Ca só se mostrou relevante para a H, DC, MSPA e para a relação MSPA/MSR (Tabela 7). O efeito observado para H e DC foi de ordem raiz quadrada em que o aumento das doses favoreceu o aumento dos valores dessas características até um ponto de máximo, nas doses 1,16 e 1,19 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca respectivamente, a partir do qual as médias diminuía. Já para MSPA e MSPA/MSR observou-se modelo linear positivo, sendo esperadas maiores médias em doses superiores a 1,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca.

No entanto, deve ficar claro que, na recomendação de adubação, não deve ser levada em consideração apenas uma característica isoladamente, estas devem ser analisadas em conjunto visando a uma recomendação mais

TABELA 7: Estimativas geradas do efeito do Ca (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) em mudas de *Senna macranthera* aos 120 dias após a semeadura, cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo, considerando: altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), peso de matéria seca de raiz (MSR), peso de matéria seca total (MST), altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura de parte aérea por peso de matéria seca de parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca de parte aérea por peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

TABLE 7: Generated estimations from the effect of Ca in cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> in *Senna macranthera* seedlings at 120 days after sown, grown in Red Yellow Argissol, considering: height (H), collar diameter (DC), aerial part dry weight (MSPA), root dry weight (MSR), total dry weight (MST), height of the aerial part per collar diameter (H/D), height of the aerial part per aerial part dry weight (H/MSPA), aerial part dry weight per root dry weight (MSPA/MSR) and Dickson Quality Index (IQD).

Característica	Equação	Significância (%)	R <sup>2</sup>	Dose recomendada
H	$\hat{Y} = -101,251 + 211,0906\sqrt{X} - 97,902X$	10	63,78	1,15
DC	$\hat{Y} = -32,2859 + 68,4353\sqrt{X} - 31,3172X$	5	70,59	1,19
MSPA	$\hat{Y} = 0,3643 + 1,5888X$	5	61,84	1,4
MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,88$			0,8
MST	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,99$			0,8
H/D	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,45$			0,8
H/MSPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,81$			0,8
MSPA/MSR	$\hat{Y} = 0,3881 + 0,7314X$	10	65,46	2,2
IQD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,11$			0,8

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade e \*\*\*significativo a 10% de probabilidade.

precisa. Dessa forma, para a produção de mudas de fedegoso de qualidade, recomendam-se estudos adicionais com doses inferiores às menores doses testadas, tendo em vista que maior produção será alcançada com a aplicação de, no máximo, 0,8  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de Ca, ou seja, a dose ótima de Ca está entre a concentração original de Ca no solo usado e a menor dose testada.

Repota à aplicação de Ca já foi relatada em outras espécies por Cruz et al. (2004), Gomes et al. (2008) e Souza et al. (2008) trabalhando com mudas de *Tabebuia impetiginosa*, *Apuleia leiocarpa* e *Machaerium nictitans*, respectivamente. No entanto, ausência de efeito da aplicação de Ca sobre o crescimento e qualidade das plantas foi relatada por outros autores, tais como: Duboc et al. (1996), Bernardino et al. (2007) e Gonçalves et al. (2008) em mudas de *Hymenea courbaril*, *Dalbergia nigra* e *Anadenathera macrocarpa*, respectivamente.

Souza (2006), estudando o comportamento do fedegoso à elevação de saturação por bases do substrato, não observou resposta para nenhuma das características morfológicas das mudas cultivadas em Argissolo. A ausência de efeito observada por esse autor, bem como as encontradas neste estudo podem ser atribuídas ao teor de Ca original do solo

usado como substrato, ou seja, 1,4  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de Ca no trabalho de Souza (2006) e 1,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de Ca no presente estudo. Esses teores provavelmente seriam suficientes para suprir as necessidades do fedegoso, pelo menos durante a fase em viveiro.

De acordo com Neves et al. (1982), em trabalho com mudas de *Eucalyptus* spp., a calagem como forma de adicionar Ca ao meio de crescimento, somente seria necessária quando o nível deste for inferior a 0,2  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , o que corrobora com os resultados constatados neste experimento, tendo em vista que o solo usado como substrato apresentava concentração superior à recomendada por esses autores, ou seja, 1,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de Ca (Tabela 1).

### Efeito do magnésio

Não foi verificado efeito da aplicação de doses crescentes de Mg (Tabela 8), em razão, provavelmente, de os teores originais de Mg (0,1  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) no solo usado como substrato terem sido suficientes para suprir as necessidades da planta nessa fase, ou a espécie estudada apresenta baixa exigência nutricional por esse nutriente. Fato semelhante foi observado por Souza (2006)

TABELA 8: Estimativas geradas do efeito do Mg ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) em mudas de *Senna macranthera* aos 120 dias após a semeadura, cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo, considerando: altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), peso de matéria seca de raiz (MSR), peso de matéria seca total (MST), altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura de parte aérea por peso de matéria seca de parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca de parte aérea por peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

TABLE 8: Generated estimations from the effect of Mg in  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  in *Senna macranthera* seedlings at 120 days after sown, grown in Red Yellow Argissol, considering: height (H), collar diameter (DC), aerial part dry weight (MSPA), root dry weight (MSR), total dry weight (MST), height of the aerial part per collar diameter (H/D), height of the aerial part per aerial part dry weight (H/MSPA), aerial part dry weight per root dry weight (MSPA/MSR) and Dickson Quality Index (IQD).

Característica	Equação	Significância (%)	R <sup>2</sup>	Dose recomendada
H	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,71$			0,2
DC	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,13$			0,2
MSPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,75$			0,2
MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,79$			0,2
MST	$\hat{Y} = \bar{Y} = 3,54$			0,2
H/D	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,38$			0,2
H/MSPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 9,49$			0,2
MSPA/MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,03$			0,2
IQD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,07$			0,2

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade e \*\*\*significativo a 10% de probabilidade.

ao trabalhar com a mesma espécie cultivada em um Argissolo com teor original de  $0,17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de Mg e por Carniel et al. (1993) que verificaram crescimento do fedegoso indiferente à omissão de Mg.

Além disso, a ausência de efeito sob as características avaliadas é um indicativo de que devem ser conduzidos estudos adicionais com doses inferiores às menores doses testadas, pois houve efeito significativo da adição de Mg ao solo (pela análise de contrastes ortogonais: adição X não adição do nutriente), no entanto o mesmo fato não foi observado para a adição de doses crescentes do nutriente, ou seja, a dose ótima de Mg está entre concentração original de Mg no solo usado no experimento ( $0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e a menor dose testada ( $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ).

Efeitos da aplicação de Mg são encontrados com frequência na literatura para diversas espécies florestais, como *Myracrodruon urundeuva*, *Tabebuia impetiginosa*, *Samanea inopinata*, *Machaerium nictitans* e *Apuleia leiocarpa* estudada por Mendonça et al. (1999), Cruz et al. (2004, 2006), Souza et al. (2008) e Gomes et al. (2008), respectivamente. Em contrapartida, ausência de efeito em razão da adição de Mg também foi encontrado por Duboc

et al. (1996), Bernardino et al. (2007) e Gonçalves et al. (2008) em mudas de *Hymenaea courbaril*, *Dalbergia nigra* e *Anadenanthera macrocarpa*, respectivamente.

### Efeito do enxofre

Após a análise de variância, verificou-se que somente a característica H respondeu significativamente à elevação dos teores de S do substrato (Tabela 9). Esses resultados podem estar indicando que os teores originais de S encontravam-se em quantidade suficiente para o adequado crescimento da planta nessa fase ou que a espécie apresenta baixa exigência nutricional por esse nutriente.

Cabe ressaltar que adição de S ao solo usado como substrato para a produção da mudas é necessária, tendo em vista a resposta significativa do contraste adição versus a não adição desse nutriente. No entanto, devem ser conduzidos novos estudos, visando a determinar a dose ótima do nutriente, testando doses inferiores a menor dose testada, pois de acordo com os resultados desse estudo a dose ótima de S é menor que a menor dose testada neste estudo.

TABELA 9: Estimativas geradas do efeito do S ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) em mudas *Senna macranthera* aos 120 dias após a semeadura, cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo, considerando: altura (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), peso de matéria seca de raiz (MSR), peso de matéria seca total (MST), altura de parte aérea por diâmetro do coleto (H/D), altura de parte aérea por peso de matéria seca de parte aérea (H/MSPA), peso de matéria seca de parte aérea por peso de matéria seca de raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

TABLE 9: Generated estimations from the effect of S ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) in *Senna macranthera* seedlings at 120 days after sown, grown in Red Yellow Argissol, considering: height (H), collar diameter (DC), aerial part dry weight (MSPA), root dry weight (MSR), total dry weight (MST), height of the aerial part per collar diameter (H/D), height of the aerial part per aerial part dry weight (H/MSPA), aerial part dry weight per root dry weight (MSPA/MSR) and Dickson Quality Index (IQD).

Característica	Equação	Significância (%)	R <sup>2</sup>	Dose recomendada
H	$\hat{Y} = 8,325 + 0,0409X$	10	86,75	80
DC	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,57$			20
MSPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,08$			20
MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,05$			20
MST	$\hat{Y} = \bar{Y} = 4,13$			20
H/D	$\hat{Y} = \bar{Y} = 2,30$			20
H/MSPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 5,45$			20
MSPA/MSR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,03$			20
IQD	$\hat{Y} = \bar{Y} = 1,27$			20

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, \*significativo a 5% de probabilidade e \*\*\*significativo a 10% de probabilidade.

A ausência de resposta à aplicação de S foi observada por diversos autores como Dias et al. (1992), Duboc et al. (1996) e Mendonça et al. (1999) em mudas de *Sclerolobium paniculatum*, *Hymenaea courbaril* e *Myracrodruon urundeuva*, respectivamente.

Contrariando o verificado para fedegoso, Reis et al. (1997) observaram para *Dalbergia nigra* resposta negativa à aplicação de S, evidenciando que o teor do nutriente original do solo seria superior ao exigido pela espécie. Em contrapartida, Balieiro et al. (2001) constataram, para mudas de *Acacia holosericea*, resposta positiva à aplicação de S ao substrato, assim como Fernández et al. (1996) em mudas de *Mimosa tenuiflora*.

De modo geral, as características de crescimento e qualidade de mudas de fedegoso foram pouco afetadas pelos tratamentos com doses crescentes de N, Ca, Mg e S, demonstrando que a espécie é pouco responsiva a tais nutrientes. Além disso, é interessante aumentar o tempo de produção das mudas dessa espécie, em razão desta ter apresentado crescimento mais lento comparativamente a outras já estudadas, sendo os valores médios observados abaixo dos recomendados para mudas aptas ao plantio no campo.

## CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizantes à base de macronutrientes, comparados com a não adição de nutrientes, levou a ganhos significativos no crescimento e qualidade das mudas de fedegoso. No entanto, para a maioria dos nutrientes estudados houve pequeno efeito da aplicação de doses crescentes. Assim, de acordo com os resultados deste trabalho, recomendam-se estudos adicionais com os nutrientes N, Ca, Mg e S, com doses inferiores às menores doses testadas, tendo em vista que possivelmente a melhor dose desses nutrientes a ser recomendada se encontra entre os teores originais desses nutrientes no solo usado como substrato e a menor dose testada.

Para os nutrientes P e K, com base nos dados de matéria seca total, que tem sido considerada como a característica que melhor reflete a produção, as doses de macronutrientes recomendadas para a produção de mudas de fedegoso são: 600 mg dm<sup>-3</sup> de P e 200 mg dm<sup>-3</sup> de K, utilizando Argissolo Vermelho Amarelo como substrato.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pela concessão da 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. 125 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)—Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1974.
- BALIEIRO, F. C. et al. 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, mar./abr.2001.
- BERNARDINO, D. C. de S. et al. Influência da saturação por bases e da relação Ca:Mg do substrato sobre o crescimento inicial de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 567-573, jul./ago. 2007.
- CARNIEL, T. et al. Resposta à adubação no campo de cinco espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBCS, 1993. p. 211-212.
- CECONI, D. E. et al. Crescimento de mudas de açoita-calavo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.) sob influência da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v.12, n.3, p.292-299, jul./set. 2006.
- CECONI, D. E. et al. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.1, p. 25-32, jan./abr. 2007.
- CRUZ, C. A. F. et al. 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, set./dez. 2004.
- CRUZ, C. A. F. et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke) **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.
- 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./

- fev. 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, mar./abr. 1992.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.
- DUBOC, E. et al. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.). **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 31-47, jan./mar. 1996.
- EUCLYDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistema para análises estatísticas e genéticas), Viçosa, MG: UFV, 1997. 59 p.
- FARIA, J. M. R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio**. 1996. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- FERNANDES, A. R. et al. Efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber.). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 37, p. 123-131, jan./jun. 2002.
- FERNANDES, A. R. et al. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber) em função de doses de fósforo e zinco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n.4, p.599-608, jul./ago. 2007.
- 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. 126 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- GOMES, K. C. de O. et al. Crescimento de mudas de garapa em reposta à calagem e ao fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 387-394, jul./ago. 2008.
- GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427 p.
- GONÇALVES, E. de O. et al. 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, nov./dez. 2008.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- MARQUES, V. B. et al. Efeito de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.71, p.77-85, mai./ago. 2006a.
- MARQUES, V. B. et al. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento de 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, set./out. 2006b.
- MARQUES, L. S. et al. Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J. F. Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 81-91, jan./fev. 2009.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MELLO, A. H. de et al. Influência de substratos e fósforo na produção de mudas micorrizadas de *Acacia mearnsii* de Wild. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.3, p.321-327, jul./set. 2008.
- 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, abr./jun. 1999.
- NEVES, J. C. L. et al. Efeito do alumínio em amostras de dois Latossolos sob cerrado sobre o crescimento e absorção de nutrientes de mudas de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 17-28, jan./fev. 1982.
- OLIVEIRA, J. M. F. et al. Respostas de mudas de Angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke) a nitrogênio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 9, p. 1-5, set. 1998.
- PAIVA, H. N. et al. **Viveiros florestais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. 69 p. (Cadernos didáticos, 72).
- PARON, M. E. et al. Fundo micorrízico, fósforo e nitrogênio no crescimento inicial da trema do fedegoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 567-574, 1997.
- PEREIRA, E. G. et al. Efeitos da micorriza e do suprimento de fósforo na atividade enzimática e na resposta de espécies arbóreas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 59-65, jan./abr. 1996a.
- PEREIRA, E. G. et al. Influência do nitrogênio mineral no crescimento e colonização micorrízica de mudas de árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.653-662, set., 1996b.
- REIS, M. G. F. et al. 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, jul./ago. 1997.

RESENDE, A. V. et al. 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, nov. 1999.

SILVA, I. R. et al. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 205-212, fev. 1997.

SOUZA, C. A. M. de et al. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 243-249, jul./set. 2006.

SOUZA, P. H. de **Crescimento e qualidade de mudas de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha***

**(Mart.) Macbr.), bido-de-pato (*Machaerium nictitans* (Vell.) Benth.) e fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) em reposta à calagem**. 2006. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SOUZA, P. H. de et al. Influência da saturação por bases do substrato no crescimento e qualidade de mudas de *Machaerium nictitans* (Vell.) Benth. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 193-201, mar./abr. 2008.

TURRENT, F. A. **Uso de una matriz mixta para la optimización de cinco a ocho factores controlables de la producción**, Chapingo: Rama de Suelos, Colégio de Postgraduados, 1979. 65 p. (Boletim técnico, 6).