

## ADUBAÇÃO MINERAL DA CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish)

Nelson Venturin\*, Patrícia Aparecida de Souza\*\*, Renato Luiz Grisi de Macedo\*\*\*, Francisco Dias Nogueira\*\*\*\*

\* Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciência Florestal, UFLA, Bolsista do CNPq – [venturin@ufla.br](mailto:venturin@ufla.br)

\*\* Eng. Florestal, Dr., Programa DCR/UFAM/CNPq/FAPEAM – [patriciaapsouza@yahoo.com.br](mailto:patriciaapsouza@yahoo.com.br)

\*\*\* Eng. Florestal, Eng. Agrônomo, Dr., Depto. Ciências Florestais, UFLA, Bolsista do CNPq – [rgrisi@ufla.br](mailto:rgrisi@ufla.br)

\*\*\*\* Eng. Agrônomo, Dr., EMBRAPA, EPAMIG – [fdias@lavras.br](mailto:fdias@lavras.br)

Recebido para publicação: 18/06/2004 – Aceito para publicação: 10/06/2005

### Resumo

*Adubação mineral da candeia (Eremanthus erythropappus (DC.) McLeish).* Com o objetivo de avaliar os aspectos nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento de plântulas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish), foi conduzido um experimento em casa-de-vegetação. Como substrato foi utilizado um Latossolo Vermelho-Amarelo, de baixa fertilidade natural, coletado no município de Itumirim (MG), a uma profundidade de 20 a 40 cm. Foram utilizados 10 tratamentos dispostos em delineamento de blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições e uma planta por vaso, usando-se a técnica do nutriente faltante. Foram aplicados um tratamento completo com (N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn), outros oito com omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e -Zn) e um como testemunha (substrato natural). Foram avaliadas as seguintes características aos 110 dias do plantio: altura da parte aérea, diâmetro de colo e produção de matéria seca da parte aérea e das raízes. Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho permitem concluir que: a) Não houve crescimento das plantas de candeia nos tratamentos-testemunha e na ausência dos nutrientes P e N; b) O nível de fertilidade do solo natural não permitiu o desenvolvimento das mudas de candeia; c) As limitações nutricionais da candeia em ordem decrescente são:  $P > N > S > Mg = B > Ca > K > Zn$ .

*Palavras-chave:* Espécie nativa; mudas; elemento faltante.

### Abstract

*Mineral fertilization of candeia (Eremanthus erythropappus (DC.) McLeish).* This study evaluated the nutritional aspects and the effect of nutrient omission in development of candeia seedlings (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). The experiment, based on missing-nutrient technique, was developed in a greenhouse, and used as substrate a low fertility oxisoil on 10 treatments, arranged in fully randomized block design, with 5 replicates and one plant per pot. It was applied a complete treatment with (N,P,K,Ca,Mg,S,B, and Zn), other eight elements with one missing element at a time (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B, and -Zn), and a control (natural substrate). The evaluation after 110 days measured the following variables: total height, ground level diameter, and dry matter. Based on the results allow the following conclusions: a) Candeia is strongly exigent in P and N; b) The level of natural soil's fertility did not allow the development of candeia's seedlings; c) Candeia's nutritional limitation in decreasing order is  $P > N > S > Mg = B > Ca > K > Zn$ .

*Keywords:* Native species; seedlings; missing element.

## INTRODUÇÃO

A espécie arbórea *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish, popularmente conhecida como candeia, pertence à família *Asteraceae*, é nativa do Brasil e se adapta bem a solos pouco férteis e rasos. A sua principal utilização tem sido na produção de moirões com alta resistência ao apodrecimento, ao ataque de cupins e a bactérias do solo (Lorenzi, 1992). Recentemente, a candeia revelou-se como matéria-prima de grande qualidade para a produção de óleo essencial, cujo principal componente, o

alfabisabolol, possui propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas (Scolforo *et al.*, 2004).

A espécie é considerada por Lorenzi (1992) árvore de hábitat especial, pois em áreas nativas é encontrada em altitudes em torno de 1000 metros, nas chamadas “terras frias”, onde o solo se classifica como Cambissolo e Litossolo, com afloramento de rochas. Durante o seu crescimento, é típica a formação de caules tortuosos, o que pode ser parcialmente dependente de sua nutrição mineral, sendo essa uma característica que às vezes dificulta seu uso.

A utilização de espécies nativas, como as candeias, entre outras, em plantios com fins comerciais torna-se comprometida pelo pouco conhecimento do comportamento silvicultural dessas espécies (Carpanezzi *et al.*, 1976), principalmente em relação às suas exigências nutricionais. Visando suprir essa necessidade, vários trabalhos vêm sendo realizados utilizando-se a técnica do nutriente faltante.

A técnica do nutriente faltante é simples e segura para a identificação de deficiências nutricionais. Ela envolve o crescimento de plantas sob condições de campo ou de casa-de-vegetação, em que é testado um tratamento completo (com todos os nutrientes necessários em doses adequadas) e uma série de tratamentos incompletos, nos quais é feita a omissão de um nutriente de cada vez. De acordo com Braga (1983), para evitar que o resultado seja influenciado pela deficiência de outros nutrientes, nos tratamentos são adicionadas fontes dos demais nutrientes em quantidades não limitantes e nem tóxicas. O mesmo cuidado deve-se ter em relação à quantidade do elemento estudado. Sanchez e Salinas (1981) consideram como deficiência severa quando a produção de matéria seca cai a 40% a menos do que o tratamento completo.

Por meio da técnica do nutriente faltante, podem-se obter informações importantes, como a definição de quais nutrientes são deficientes, a importância relativa dessa deficiência, a velocidade de redução da fertilidade do solo (Chaminade, 1972) e a referência semiquantitativa da necessidade de adubação (Malavolta, 1980).

A produção de matéria seca total das plantas de freijó (*Cordia goeldiana*) foi afetada pelos tratamentos com omissão de N, P, Ca, K, S e Mg (Frazão, 1985) e da algaroba (*Prosopis juliflora*) pela ausência de N, K, P, Mg e Ca (Haag *et al.*, 1986).

Carniel *et al.* (1993) observaram, em resposta à adubação em campo, que as espécies embaúba (*Cecropia* sp.), ipê-mirim (*Stenolobium stans*), fedegoso (*Senna macranthera*), canafístula (*Senna multijuga*) e faveira (*Peltophorum dubium*) tiveram o crescimento afetado pela falta de P, com exceção de ipê-mirim (*Stenolobium stans*). Entre elas, o fedegoso e a faveira mostraram as maiores restrições em crescimento quando da omissão de N. Todas mostraram um baixo requerimento de K e Mg e elevada exigência nutricional em S. A ausência de Ca não afetou os teores foliares.

Duboc *et al.* (1996a) verificaram que os elementos N, P, Ca e S foram limitantes ao crescimento da copaíba (*Copaifera langsdorffii*) em solo com pequena disponibilidade desses nutrientes. As plantas mostraram pouca reação frente aos nutrientes Mg, K, B e Zn, porque a disponibilidade original desses elementos no solo estudado era satisfatória. As omissões dos nutrientes K, Ca e Mg afetaram a absorção de S pelas plantas. Para o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), os nutrientes mais limitantes foram N, P, Ca, Mg, S e K. A disponibilidade de B e Zn no solo adubado com esses elementos foi superior às exigências das plantas, que apresentaram sintomas de toxidez ou desequilíbrio (Duboc *et al.*, 1996b).

Venturin *et al.* (2000) avaliaram os aspectos nutricionais e os efeitos da ausência de nutrientes no desenvolvimento de plântulas de candiúva (*Trema micrantha*). Os autores concluíram que o N foi o nutriente mais limitante para o crescimento em altura, e o N, o P e o B para o diâmetro, sendo que o tratamento completo afetou o desenvolvimento da espécie devido à toxidez do nutriente zinco.

Este trabalho tem por objetivo avaliar a adubação mineral e o efeito da omissão de nutrientes sobre o crescimento de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish) em casa-de-vegetação, usando-se a técnica do nutriente faltante.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Como substrato, foi utilizado um Latossolo Vermelho-Amarelo, de baixa fertilidade natural, coletado no município de Itumirim (MG), a uma profundidade de 20 a 40 cm, para evitar a utilização da camada fértil do solo, que poderia mascarar o efeito dos

fertilizantes.

O solo foi secado ao ar, passado em peneira de 5 mm e armazenado em sacos plásticos. Foram tomadas amostras para determinações físicas e químicas do material do solo antes e depois de se adicionar os nutrientes, e os resultados constam da Tabela 1. As análises físicas constaram de: determinação da textura (Método do Densímetro) e da densidade de partículas (Método do Balão Volumétrico), realizadas no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Lavras.

As análises químicas e físicas do solo foram feitas através dos seguintes métodos: pH ( $H_2O$  – Relação 1:2,5); matéria orgânica (Método de Walkley e Black); N total (Método de Kjeldahl por destilação a vapor); P e K ( $HCl$  0,05 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup> +  $H_2SO_4$  0,025 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup>), segundo Vettori (1969); Ca, Mg, Al e H + Al (extrator  $KCl$  1 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup>); Zn, Cu, Fe e Mn ( $HCl$  0,05 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup> +  $H_2SO_4$  0,25 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup>), segundo Viets Júnior e Lindsay (1973); S ( $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$  + 500 ppm P), conforme Tedesco *et al.* (1985); B (água quente), segundo descrição de Jackson (1970); e areia, silte e argila (Método do Densímetro). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Lavras (Tabela 1).

Tabela 1. Componentes químicos e físicos do solo ao natural e após a adubação com macro e micronutrientes.

Table 1. Chemical and physical components of the natural soil and after fertilization with macro and micronutrients.

Parâmetros	Solo natural	Adubação completa
pH (1)	5,3	5,6
Mat. Org. (g.dag <sup>-1</sup> ) (2)	0,3	0,4
N total(mg.m <sup>-3</sup> ) (3)	3,0	21,0
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) (4)	1,0	56,0
K (mg.dm <sup>-3</sup> ) (4)	11,0	28,0
S (mg.dm <sup>-3</sup> ) (5)	1,4	12,0
Ca (cmol <sub>e</sub> .dm <sup>-3</sup> ) (6)	1,0	2,0
Mg (cmol <sub>e</sub> .dm <sup>-3</sup> ) (6)	0,10	0,3
Al (cmol <sub>e</sub> .dm <sup>-3</sup> ) (6)	0,10	1,8
H + Al (cmol <sub>e</sub> .dm <sup>-3</sup> ) (6)	1,30	1,6
Zn (mg.dm <sup>-3</sup> ) (8)	1,35	3,0
Cu (mg.dm <sup>-3</sup> ) (8)	20,8	28,0
Fe (mg.dm <sup>-3</sup> ) (8)	11,3	15,0
Mn (mg.dm <sup>-3</sup> ) (8)	1,4	1,6
B (mg.dm <sup>-3</sup> ) (7)	0,2	0,6
Areia (g.dag <sup>-1</sup> ) (9)	66,0	66,0
Silte (g.dag <sup>-1</sup> ) (9)	10,0	10,0
Argila (g.dag <sup>-1</sup> ) (9)	24,0	24,0

(1)  $H_2O$  Relação 1:2,5; (2) Método de Walkley e Black; (3) Método de Kjeldahl, por destilação a vapor;

(4) Extrator de  $HCl$  0,05 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup> +  $H_2SO_4$  0,25 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup>; (5) Extrator  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$  + 500 ppm P; (6) Extrator  $KCl$  1 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup>;

(7) Água quente; (8) Extrator  $HCl$  0,05 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup> +  $H_2SO_4$  0,025 mol<sub>e</sub> L<sup>-1</sup>; (9) Método do Densímetro.

As sementes de candeia foram coletadas em árvores selecionadas no campo e colocadas a germinar em um substrato composto por uma mistura de um terço de solo esterilizado, um terço de casca de arroz carbonizada e um terço de areia. Ao emitirem quatro pares de folhas, foram transplantadas duas mudas por vaso, com capacidade de 4 litros de solo. Após 30 dias foi feito o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso.

A umidade dos vasos foi mantida, com água deionizada, a 60% da capacidade de campo e aferida diariamente, como proposto por Freire *et al.* (1980). Os vasos tiveram os fundos tampados, para evitar a perda de nutrientes.

Foram testados dez tratamentos, dispostos em um delineamento em blocos inteiramente

casualizados, com cinco repetições, um vaso por repetição e uma planta por vaso. Os tratamentos foram os seguintes: T (Testemunha, substrato natural), C (Completo – contendo todos os nutrientes, que são: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn e B), -N (Completo menos nitrogênio), -P (Completo menos fósforo), -K (Completo menos potássio), -Ca (Completo menos cálcio), -Mg (Completo menos magnésio), -S (Completo menos enxofre), -Zn (Completo menos zinco) e -B (Completo menos boro).

A adubação completa consistiu em: N = 150 mg/kg de solo, P = 200 mg/kg, K = 150 mg/kg, Ca = 75 mg/kg, Mg = 15 mg/kg, S = 50 mg/kg, B = 0,5 mg/kg, Cu = 1,5 mg/kg, Zn = 1,4 mg/kg, Mn = 20 mg/kg e Fe = 25 mg/kg. O N foi parcelado, aplicando-se 1/3 no plantio (repicagem) e o restante em doses iguais aos 20, 50 e 80 dias. O K foi aplicado aos 20 dias após a repicagem, em dose única.

Aos 110 dias após o plantio, foram avaliados o diâmetro do colo, a altura da parte aérea e a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes. O diâmetro foi tomado no coleto, e a altura, do solo até ao ápice da planta. Após medidos os diâmetros e as alturas, as mudas foram cortadas rente ao solo e pesadas. O sistema radicular foi separado do solo, lavado e pesado. Ambas, raízes e parte aérea, foram secadas em estufa com circulação de ar a 70 °C, até obtenção de peso constante. Na matéria seca da parte aérea foram determinadas também as concentrações de macro e micronutrientes, segundo Sarruge e Haag (1974). As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias segundo Scott e Knott (1974).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Crescimento das plantas

Os resultados referentes ao crescimento das plântulas de candeia são apresentados na Tabela 2. Os tratamentos com omissão de P e a Testemunha não apresentaram produção de matéria verde, indicando que a baixa disponibilidade de P ou a baixa fertilidade do solo (Testemunha) não foram suficientes para as plantas manterem seu crescimento. Esses tratamentos foram retirados do experimento 60 dias após o plantio. Resultados semelhantes com a omissão do nutriente P foram obtidos com outras espécies florestais, como: cedro (*Cedrela fissilis*) (Silva e Muniz, 1995), peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) (Muniz e Silva, 1995), acácia-mangium (*Acacia mangium*), quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), *Aspidosperma polyneuron* (Braga *et al.*, 1995), pau-ferro (*Caesalpineia ferrea*), cássia amarela (*Senna multijuga*), pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) (Renó, 1994) e jacarandá-da-baía (*Dalbergia nigra*) (Venturin *et al.*, 1997). No tratamento completo, as mudas de candeia apresentaram altura e diâmetro iguais ou superiores aos demais tratamentos. A omissão de N mostrou-se limitante, afetando em geral o crescimento das plantas em altura e diâmetro. Para o crescimento em altura, a ausência dos nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Zn e B mostraram-se indiferentes em relação ao tratamento completo. A falta de N e S afetou o crescimento em diâmetro do caule da candeia. Simões e Couto (1973) encontraram para o pinheiro-do-paraná resultados semelhantes, sendo que a omissão de N trouxe um forte desequilíbrio nutricional, inibindo o crescimento em altura e diâmetro.

O crescimento da parte aérea e radicular da candeia quanto à matéria seca foi reduzido pela ausência de N (Figura 1), e a relação raiz/parte aérea foi mais afetada na supressão de Mg, embora estatisticamente não tenha havido diferença com a omissão de K, Ca e B (Tabela 2). Em relação ao sistema radicular, a falta de Zn proporcionou maior produção de matéria seca em 15%, não diferindo estatisticamente do tratamento Completo. Resultado semelhante foi encontrado por Duboc *et al.* (1996b), estudando as exigências nutricionais do jatobá, que verificaram também uma baixa exigência de Zn para a espécie.

De maneira geral, o desenvolvimento das plantas de candeia foi afetado pela ausência de nutrientes em quase todos os tratamentos, com exceção do tratamento sem Zn, no qual a produção de matéria seca da parte aérea e da matéria seca do sistema radicular foi maior do que a do tratamento completo, embora estatisticamente iguais (Figura 1), mostrando que possivelmente a candeia não seja exigente para esse nutriente. Isso é muito comum no caso dos micronutrientes. Normalmente, nessa fase de desenvolvimento, as quantidades presentes no solo, sob condições ideais em casa-de-vegetação, favorecem sua absorção e aproveitamento, mesmo estando abaixo de 1 mg.dm<sup>-3</sup> (Duboc *et al.*, 1996a).

Tabela 2. Altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de mudas *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish em função da omissão de nutrientes.

Table 2. Height, diameter, dry matter production of shoot (DMPS) and root (DMPR), and rate root/shoot (R/S) of *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish seedlings in lacking nutrient.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	R/PA
Testemunha	nd	nd	nd	nd	nd
Completo	16,00a	0,51a	5,56a	2,31a	0,42a
-N	8,40b	0,29b	1,05c	0,50b	0,47a
-P	nd	nd	nd	nd	nd
-K	15,66a	0,43a	5,58a	1,99a	0,35b
-Ca	16,60a	0,46a	5,29a	1,70a	0,33b
-Mg	12,62a	0,40a	3,94b	0,81b	0,23b
-S	12,90a	0,33b	2,94b	1,36b	0,46a
-B	15,60a	0,43a	3,52b	1,21b	0,35b
-Zn	17,10a	0,45a	5,75a	2,66a	0,46a
<b>Média</b>	14,36	0,41	4,20	1,56	0,38
<b>CV (%)</b>	20,85	16,84	26,22	34,22	23,45

Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ao nível de 5% de probabilidade. MSPA = Matéria seca da parte aérea; MSSR = Matéria seca do sistema radicular; R/A = Relação raiz/parte aérea; g = grama por vaso; nd = não determinado.

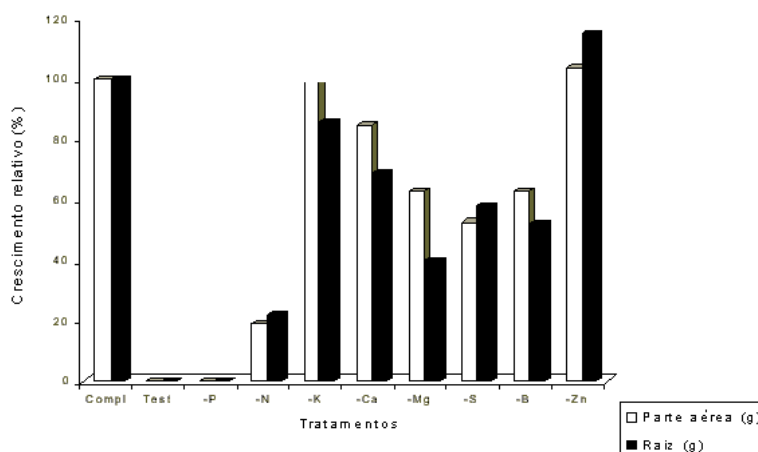


Figura 1. Crescimento relativo da parte aérea e raiz de mudas *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish.

Figure 1. Relative growth of shoot and root of *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish seedlings.

Em termos de alteração na partição de matéria seca, entre raízes e parte aérea (relação R/PA), diante das mudanças de disponibilidade dos nutrientes no solo, observou-se que a candeia teve maior relação no tratamento completo e nas omissões de N, S e Zn (Tabela 2), os quais não diferiram estatisticamente entre si. As ausências de K, Ca, Mg e B provocaram menor relação raiz/parte aérea. Esses nutrientes são importantes na ativação de enzimas do solo, sendo que a transformação do fósforo orgânico do solo (aproximadamente 60% do total) requer a presença de K e Mg na ativação da enzima fosfatase ácida (TPases), enquanto o Ca é importante constituinte da parede celular. O boro atua na dominância das gemas apicais e crescimento das plantas.

A relação R/PA é comumente maior em ambiente de baixa fertilidade, podendo ser considerada uma estratégia da planta para retirar o máximo de nutrientes naquela condição (Clarkson, 1985). Portanto, a candeia apresenta estratégias distintas de comportamento quanto ao solo de baixa fertilidade, uma vez que a ausência de Mg foi a que mais reduziu o crescimento das raízes, porque a relação K/Ca+Mg, não tendo sido otimizada, não permitiu que o crescimento se processasse na sua plenitude.

A seqüência de exigência nutricional apresentada pelas mudas de candeia em relação ao tratamento completo, considerando a produção de matéria seca da parte aérea em ordem decrescente, foi:  $P > N > S > Mg = B > Ca > K > Zn$ .

Os resultados ressaltam a importância de estudos dessa natureza, em que se busca caracterizar as exigências nutricionais de espécies florestais, as quais evoluíram e se adaptaram, ao longo de gerações, a determinadas condições pedoclimáticas e, portanto, podem apresentar características distintas de comportamento.

### Nutrição mineral das plantas

Os teores dos nutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) das plântulas de candeia estão apresentados na Tabela 3. Pode-se observar que os teores mais baixos de macro e micronutrientes encontram-se associados aos tratamentos sob omissão de cada respectivo nutriente.

O teor de N na parte aérea foi favorecido pela omissão de S (Tabela 3). Isso ocorreu porque houve efeito de concentração, pois os tratamentos que apresentaram os maiores teores de N na MSPA foram os de menor produção de matéria seca (Tabela 2). Como o enxofre é indispensável na síntese de proteínas, admite-se que o K ou mesmo a relação K/Ca+Mg não tenha favorecido a rota metabólica adequadamente e, portanto, tenha provocado menos produção de matéria seca.

Tabela 3. Teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish.

Table 3. Concentration of nutrients in shoot dry matter of *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish seedlings.

Tratamento	Teor de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	g.kg <sup>-1</sup>						Mg.kg <sup>-1</sup>	
Testemunha	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Completo	1,79c	0,70b	0,80b	9,27b	2,48 b	0,97c	14,58c	244,23c
-N	1,89c	0,95a	1,09a	8,13b	3,42 a	2,93a	20,86a	381,34b
-P	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
-K	2,54c	0,56b	0,23c	8,46b	3,62 a	0,96c	17,72b	367,32b
-Ca	2,12c	1,22a	0,97a	4,56c	3,11 b	1,04c	12,32d	550,68a
-Mg	3,00b	0,70b	0,93b	11,24	2,30 b	1,12c	13,39d	438,81b
-S	3,80a	0,88b	1,11a	8,81b	2,89 b	0,39d	15,62c	284,88c
-B	2,28c	0,71b	1,06a	8,21b	3,58 a	1,73b	5,97e	360,16b
-Zn	2,45c	1,17a	0,790	8,86b	2,73 b	0,98c	16,68b	44,64d
<b>Média</b>	2,49	0,83	0,88	8,45	3,02	1,27	14,64	334,01
<b>CV (%)</b>	21,78	26,2	15,1	12,1	35,3	16,3	11,20	19,58

As letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5%. nd = não determinado.

Os tratamentos com omissão de N, Ca e Zn apresentaram os maiores teores de P na MSPA (Tabela 3). Na falta de Zn, possivelmente devido à não-ocorrência do mecanismo de inibição não competitiva, foi favorecida a absorção de P (Malavolta, 1980). O teor de P na ausência de Zn foi inferior (1,17 g/kg<sup>-1</sup>, Tabela 3) ao encontrado por Braga *et al.* (1995) em *Acacia mangium* e quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), com os teores de P de 1,4 g/kg e 1,7 g/kg, respectivamente.

O teor de K na MSPA das plântulas de candeia, no tratamento com a omissão deste macronutriente, foi inferior ao teor do tratamento Completo (Tabela 3). Porém, as plantas apresentaram produção de matéria seca da parte aérea semelhante à do tratamento Completo, o que sugere que a

espécie tenha mecanismos eficientes para crescer com pequenas quantidades do nutriente K no solo. Dias *et al.*, (1991), para *Acacia mangium*, encontraram que o crescimento dessa espécie foi reduzido com a aplicação de K no substrato.

O menor teor de Ca ocorreu no tratamento com a omissão desse componente, e o mais elevado foi encontrado com a ausência de Mg. O maior teor de Ca no tratamento sem Mg pode estar relacionado com a redução da inibição competitiva (Malavolta *et al.*, 1997) sobre a absorção de Ca. Resultados semelhantes foram encontrados para o pinheiro-do-paraná por Simões e Couto (1973), que constataram que o tratamento sem Mg apresentou teor de Ca elevado de 9,4 g.kg<sup>-1</sup>.

O teor de Mg foi favorecido pelas ausências de K e Ca, possivelmente devido à redução do antagonismo entre estes e o Mg (Malavolta *et al.*, 1997). O teor de Mg encontrado para candeia de 2,48 g.kg<sup>-1</sup> no tratamento Completo é inferior ao obtido por Braga *et al.* (1995) na MSPA de plantas de peroba-rosa, de 4,0 g.kg<sup>-1</sup>.

As plantas de candeia apresentaram teor de S inferior sob sua omissão (Tabela 3), sendo 2,5 vezes menor que o do tratamento Completo. Resultado semelhante foi encontrado por Duboc *et al.* (1996b) para o jatobá, que foi 2,6 vezes menor que o do tratamento Completo aplicado para essa espécie. O maior teor de S foi encontrado pela omissão de N (Tabela 3), na qual a competição aniônica foi reduzida, pois no tratamento Completo e nos demais, as fontes de N aplicadas foram na forma de nitrato. É ainda possível afirmar que a matéria seca foi reduzida com o aumento da concentração de S.

O maior teor de B na matéria seca da parte aérea foi encontrado no tratamento com ausência de N (Tabela 3), ocorrendo possivelmente devido ao efeito de concentração, já que a produção de MSPA deste tratamento foi menor (Tabela 2), e o menor teor foi encontrado quando se omitiu a sua aplicação.

O menor teor de Zn na MSPA de plantas de candeia foi encontrado pela omissão deste micronutriente, sendo inferior ao das outras omissões (Tabela 3). Considerando que a produção de matéria seca na ausência de Zn não diferiu da do tratamento Completo, pode-se inferir que a candeia tem mecanismos rizosféricos (exsudação de compostos orgânicos) que são solubilizados de compostos de zinco pouco disponíveis. Na ausência deste, houve aumento da altura de plantas e redução do diâmetro, sem alterar a produção de matéria seca e a relação R/PA (Tabela 2). Esses fatos indicaram que a disponibilidade de Zn no solo foi suficiente para o desenvolvimento das plantas, considerando a soma do teor contido no solo (Tabela 1) com o teor contido no tratamento completo. O teor de Zn encontrado no solo original e após a adubação neste experimento foi respectivamente 1,35 mg/dm<sup>3</sup> e 3 mg/dm<sup>3</sup>, muito acima do intervalo crítico proposto por Lopes e Carvalho (1988), de 0,8 a 1,0 mg/dm<sup>3</sup>. O teor crítico interno de Zn proposto por Couto *et al.* (1985) para *Eucalyptus grandis* é inferior a 11 mg/kg, e teores superiores a 200 mg/kg proporcionam limitações ao crescimento.

## CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo, pode-se concluir que:

- o nível de fertilidade do solo natural estudado não permitiu o desenvolvimento das plantas de candeia;
- a ausência de P e N afetou drasticamente o crescimento das plântulas;
- Os teores de K, Ca, S, B e Zn na matéria seca da parte aérea de candeia foi reduzido nas omissões destes nutrientes; e
- as limitações nutricionais para a candeia, em ordem decrescente, são: P > N > S > Mg = B > C > K > Zn.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, F. A.; VALE, F. R.; VENTURIN, N. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. *Revista Árvore*, MG, v.19, n.1, p.18-32, 1995.

BRAGA, J. M. *Avaliação da fertilidade do solo: ensaios de campo*. Viçosa: UFV, 1983. 101p.

- CARNIEL, T.; LIMA, H. N.; VALE, F. R. do, Resposta à adubação no campo de cinco espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1993, Goiânia. **Resumos...**, Goiânia: SBCS, 1993. p.209-210.
- CARPANEZZI, A. A.; BRITO, J. O.; FERNANDES, P. Teor de macro e micronutrientes em folhas de diferentes idades de algumas essências florestais nativas. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.23, p.225-232, 1976.
- CHAMINADE, R. Recherches sur fertilite et la fertilisation des sols em régions tropicales. **L'Agronomie Tropicales**, Paris, v.27, n.9, p.891-904, sept, 1972.
- CLARKSON, D. T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.45-75.
- COUTO, C.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de. Resposta do eucalipto à aplicação de zinco em amostras de solos de cerrado, **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.9, n.2, p.134-148, 1985.
- DIAS, L. E.; ALVAREZ V. V. H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Will: 2 Resposta a Nitrogênio e Potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.15, n.1, p.11-22, 1991.
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F. R. do. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Óleo copaíba). **Cerne**, Lavras, v.2, n.2, p.31-47, 1996a.
- DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F. R. do. Nutrição do jatobá (*Hymenala courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Haene) Lee et lang). **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.138-152, 1996b.
- FRAZÃO, D. A. C. **Sintomatologia das carências de macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana* Huber) aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade implantado em latossolo amarelo distrófico, Belterra, Pará. 1985.** Piracicaba, 194f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, G. V. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solo da região de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n.1, p.518, 1980.
- HAAG, H. P.; MEDEIROS, A. A. de; FRANÇA, A. F. de S. Desnutrição de macronutrientes em plantas de algaroba. **IPEF**, Piracicaba, n.32, p.53-55, 1986.
- JACKSON, M. L. **Análises químicas de suelos**. 2. ed. Barcelona: [s.n.] 1970. 662 p.
- LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F. (Eds.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: EMBRAPA – CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-78.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 220 p.
- MUNIZ, A. S.; SILVA, M. A. G. da. Exigências nutricionais de mudas de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Muller Arg.) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.19, n.2, p.263-271, 1995.
- RENÓ, N. B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. Lavras, 1994. 62f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- SANCHES, P. A.; SALINAS, J. G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in Tropical America. **Advances in Agronomy**, San Diego, Califórnia, v.34, p.279-406, 1981.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.



SCOLFORO, J. R. S; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. Manejo sustentado das candeias *Eremanthus erytropappus* (DC.) McLeish e *Eremathus incanus* (Less.) Less. Disponível em: <[WWW.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia](http://WWW.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia)> Acesso em: 05 mai. 2004.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, DC, v.30, p. 507-512, 1974.

SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S. Exigências nutricionais de cedro (*Cedrella fissilis* Velloso) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.19, n.3, p.415-425, 1995.

SIMÕES, J. W.; COUTO, H. T. Z. do. Efeitos da omissão na alimentação do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze cultivado em vaso. **IPEF**, Piracicaba, v.4, n.7, p.3-40, out. 1973.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. (Boletim Técnico, 5).

VENTURIN, N.; SILVA, E. B.; MORATO, M. I. R. Avaliação das exigências nutricionais do jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS/EMBRAPA/CNPS, 1997. 1 CDROOM.

VENTURIN, N.; SOUZA, P. A. de; VENTURIN, R. P. Avaliação nutricional da candiúva (*Trema micrantha* L. Blumes) em casa de vegetação. **Floresta**, Rio de Janeiro, v.29 (1/2), p.15-26, Nov. 2000.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: [s.n.] 1969. 34p. (Boletim Técnico 7).

VIETS JUNIOR, F. G.; LINDSAY, W. L. Testing soils for zinc, cooper, manganese and iron. In: **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science society of America, 1973 . p. 329-488.