



## CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE ÓLEO-BÁLSAMO SOB O EFEITO DA OMISSÃO DE NUTRIENTES

Leandro Carlos<sup>1</sup>, Nelson Venturin<sup>2</sup>, Emílio Manabu Higashikawa<sup>3</sup>, Samara Cristina dos Santos<sup>4</sup>, Renato Luiz Grisi Macedo<sup>2</sup>

1. Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (lcmaestro@gmail.com)
2. Professor Doutor da Universidade Federal de Lavras
3. Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras
4. Graduanda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

### RESUMO

Com o objetivo de avaliar os requerimentos nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento de mudas de Óleo-bálsamo conduziu-se um experimento com o uso da técnica de elemento faltante. Foram empregados 12 tratamentos, em um delineamento de blocos inteiramente casualizados com oito repetições. Adotaram-se os seguintes tratamentos: Completo 1 (adubado com nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, cobre, zinco e calagem), completo 2 (adubado com nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio, boro, cobre, zinco, sem calagem), tratamentos completos omitindo-se quando pertinente cada um dos nutrientes, completo 1 (- nitrogênio, - fósforo, - potássio, - enxofre, - boro, - zinco, - calagem), completo 2 (- cálcio, - magnésio) e testemunha. Foram medidos diâmetros e alturas das plantas e separadas em parte aérea e sistema radicular. As amostras foram secas, pesadas e determinados os teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total. Apesar do crescimento lento o óleo bálsamo é uma espécie exigente de nutrientes. A seqüência dos nutrientes que mais afetaram o crescimento das plantas de óleo bálsamo foi: fósforo > cálcio > magnésio > enxofre > boro > zinco > nitrogênio > potássio.

**PALAVRAS- CHAVE:** Nutriente faltante, cerrado, nutrição florestal.

### GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF OIL-BALM SEEDLINGS UNDER NUTRIENTE DEPRIVATION

#### ABSTRACT

With objective of evaluating the nutritional requirements and the effects of nutrient deprivation in developing of oil-balm seedlings, an experiment was conducted in a green house. Were employed 12 treatments in a fully randomized block design with eight replications, with the following treatments: Complete 1 (C1-fertilized with N, P, K, S, B, Cu, Fe, Zn and lime), complete 2 (C2-fertilized with N, P, K, S, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Zn, without lime), omitting treatments complete when each of the relevant nutrients, Complete 1 (-N, -K, -S, -P, -B, -Zn, -lime), complete 2 (-Ca, -Mg), and control. Diameters and heights were measured and separated into shoot and root system. The samples were dried, weighed and were determined the levels of nutrients in shoot dry matter, root dry matter and total dry matter. Despite the slow

growth Oil Balm is a species that requires nutrients. The nutrients sequence that most affected oil balm growth was: P > Ca > Mg > S > B > Zn > N > K.

**KEYWORDS:** Nutrient missing, savannah, forest nutrition.

## INTRODUÇÃO

O Óleo-bálsamo é uma espécie arbórea nativa que ocorre tanto no interior da mata primária densa, como nas formações secundárias, é uma planta decídua, heliófita ou esciófita, floresce durante os meses de julho- setembro e os frutos amadurecem de outubro-novembro, ocorre em quase todo o país, principalmente na floresta latifoliada semidecídua da bacia do Paraná, mata pluvial atlântica da Bahia, Espírito Santo (vale do rio Doce) e zona da mata de Minas Gerais, floresta equatorial da parte sul e sudoeste da região Amazônica e até na caatinga do nordeste do país. Seu tronco fornece por lesão o “bálsamo de tolu”, empregado em perfumaria. E a árvore pode ser utilizada no paisagismo e em plantios de áreas degradadas (Lorenzi, 2002).

Tendo em vista a importância desta espécie e a sua vulnerabilidade, torna-se necessário conhecer as técnicas de plantio da mesma, considerando que o êxito no plantio de espécies nativas depende, dentre outros fatores, do conhecimento acerca de seus requerimentos nutricionais.

Conhecer a silvicultura dessas espécies é um fator essencial visto que a exploração excessiva de tais recursos pode gerar perdas enormes para o futuro.

Um dos fatores limitantes relacionados à produção de mudas dessas espécies é o desconhecimento dos requerimentos nutricionais das mesmas, o que pode comprometer o sucesso de projetos de recomposição das áreas nativas.

Conforme ressaltam Davide & Silva (2008), para que tenham crescimento adequado e aumento da qualidade das mudas no viveiro, devem-se conhecer os nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

Considerando que as espécies arbóreas diferem quanto à eficiência com que absorvem ou utilizam os nutrientes extraídos do solo em condições de baixa fertilidade ou mesmo que as espécies possuem respostas diferenciadas à adubação nos diferentes grupos sucessionais, é desejável conhecer os requerimentos nutricionais das espécies para evitar o uso excessivo de nutrientes, para obter mudas com maior produção de biomassa e com menor utilização do sítio florestal (Kageyama et al., 1989).

Silva et al. (2003) observaram que as omissões dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e cálcio (Ca) foram as que mais limitaram o crescimento em altura e diâmetro das mudas de umbu (*Spondias tuberosa*) e que as mudas sob omissão de N e P apresentaram menor produção de biomassa.

Venturin et al. (2005) relataram que a ausência dos nutrientes fósforo e nitrogênio afetou drasticamente o crescimento das mudas de candeia (*Eremanthus erythopappus*) e que os teores de potássio, cálcio, enxofre, boro e zinco na matéria seca da parte aérea foram reduzidos nas omissões destes nutrientes.

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi determinar os requerimentos nutricionais de óleo-bálsamo (*Myroxylon peruiferum*) em estágio de mudas em casa de vegetação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido de Janeiro à Agosto de 2008 em casa-de-vegetação do Departamento de Ciências Florestais na Universidade Federal de Lavras (UFLA). A temperatura e a umidade relativa médias verificadas na casa de vegetação durante o período experimental foram de 28°C e 73%, respectivamente. O clima da

região segundo a classificação de Köppen e o Cwa (clima temperado com inverno seco) com mais ou menos cinco meses secos. A precipitação local é em torno de 1500 mm anuais com déficit hídrico de 30 mm e a temperatura média anual de 19 °C (Brasil, 1992).

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, evitando-se a camada fértil do solo que poderia mascarar o efeito dos fertilizantes.

Como substrato foi utilizado um Latossolo Vermelho-Amarelo, de baixa fertilidade natural, coletado em uma área de cerrado no município de Itumirim, MG, a uma profundidade de 0,20 a 0,40 m, evitando-se a camada fértil do solo que poderia mascarar o efeito dos fertilizantes.

O solo foi seco, peneirado e armazenado em sacos plásticos até serem adicionados os nutrientes utilizados na técnica do nutriente faltante. Foi realizada a incubação por um período de vinte dias. Ao final da incubação o solo foi depositado em vasos com capacidade de 3,8 kg de solo. Os vasos constituíram as parcelas que ficaram localizadas sobre uma bancada, na casa de vegetação, com os fundos vedados para evitar perda de nutrientes.

Foram testados 12 tratamentos em um delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados, com oito repetições, sendo um vaso por repetição e uma planta por vaso (Tabela 1).

**TABELA 1:** Identificação e caracterização dos tratamentos.

Tratamento	Caracterização
Completo 1 (C1)	Aplicação de N, P, K, S, B, Cu, Zn + calcário
Completo 2 (C2)	Completo 1 - calcário + CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O e MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O
C1 - Cal	Completo 1 - calcário
C1 - N	Completo 1 - N
C1 - P	Completo 1 - P
C1 - K	Completo 1 - K
C1 - S	Completo 1 - S
C1 - B	Completo 1 - B
C1 - Zn	Completo 1 - Zn
C2 - Ca	Completo 2 - Ca
C2 - Mg	Completo 2 - Mg
Test	Solo natural

Em que: N = nitrogênio; P = fósforo, K = potássio; S = enxofre; Ca = cálcio; Mg = magnésio; B = boro; Cu = cobre; Zn = zinco; cal = calagem; CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O = sulfato de cálcio; MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O = sulfato de magnésio.

Para os tratamentos que receberam calcário, as doses foram baseadas adotando-se o método de aumentar saturação por bases (V) a 70%. O corretivo foi o calcário dolomítico calcinado, micro pulverizado, com 36% de óxido de cálcio (CaO), 14% de óxido de magnésio (MgO) (PRNT igual a 100%). No tratamento C2, o Ca e o Mg foram fornecidos, respectivamente, na forma de sulfato de cálcio e sulfato de magnésio, tendo como finalidade somente o fornecimento de Ca e Mg sem alterar as demais características do solo.

As doses das fontes para o tratamento completo foram calculadas atendendo a adubação básica, de acordo com RAIJ (1991): 100 mg de N, 300 mg de P, 100 mg de K, 200 mg de Ca, 60 mg de Mg, 40 mg de S, 0,5 mg de B, 1,5 mg de Cu, 0,5 mg

de Zn. Foram utilizados como fontes os seguintes sais p.a: nitrato de amônio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), fosfato de potássio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), sulfato de magnésio ( $\text{MgSO}_4$ ), ureia, cloreto de potássio (KCl), sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), cloreto de zinco ( $\text{ZnCl}_2$ ).

Com a finalidade de comprovar o efeito da adubação foi realizado a análise do solo natural e do tratamento completo (Tabela 2). As análises físicas do solo constaram de determinação da textura (Método do Densímetro) e da densidade de partículas (Método do Balão Volumétrico), conforme preconizado por EMBRAPA (1997). As mesmas foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Lavras. As análises químicas foram feitas através dos seguintes métodos: pH (água - Relação 1:2,5); matéria orgânica (Walkley e Black, 1934); fósforo e potássio (ácido clorídrico 0,05 molc  $\text{L}^{-1}$  + ácido sulfúrico 0,025 molc  $\text{L}^{-1}$ ), segundo Vettori (1969); cálcio, magnésio, Al e H + Al (extrator cloreto de potássio 1 molc  $\text{L}^{-1}$ ); zinco, cobre, ferro e manganês (ácido clorídrico 0,05 molc  $\text{L}^{-1}$  + ácido sulfúrico 0,25 molc  $\text{L}^{-1}$ ) segundo Viets Junior & Lindsay (1973); enxofre ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O} + 500 \text{ ppm P}$ ), conforme Tedesco et al. (1985); Boro (água quente) segundo descrição de Jackson (1970). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Lavras.

**TABELA 2:** Componentes químicos e físicos do solo ao natural e após adubação com macro e micronutrientes para óleo balsamo.

Parâmetros	Solo Natural	Óleo balsamo
pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	5,4	5,6
P ( $\text{Mg}/\text{dm}^3$ )	0,6	13,2
K ( $\text{Mg}/\text{dm}^3$ )	25	190
$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )	0,4	0,6
$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{Mg}/\text{dm}^3$ )	0,2	0,2
$\text{Al}^{3+}$ ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )	0	0
H + Al ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )	1,9	1,7
SB ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )	0,7	1,3
(t) ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )	0,7	1,3
(T) ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )	2,6	3
V (%)	25,8	43,1
m (%)	0	0
MO (dag/kg)	0,5	0,4
P-rem (mg/L)	9,4	16,9
Zn ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )	0,3	2,7
Fe ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )	12,6	11,8
Mn ( $\text{MG}/\text{dm}^3$ )	1,8	1
Cu ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )	0,4	1,9
B ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )	0,3	0,4
S ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )	20,7	48,7
Areia (dag/kg)	68	68
Silte (dag/kg)	7	7
Argila (dag/kg)	25	25

Em que: SB = Soma de bases; t = capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva; T = CTC potencial; V% = Percentagem de saturação de bases; m = Percentagem de saturação de alumínio; MO = matéria orgânica.

As sementes do óleo bálamo foram coletadas no município de Lavras, semeadas em bandejas e levadas para pré-germinar em germinadores do DCF/UFLA a temperatura de 25°C, e deixadas por aproximadamente duas semanas até a emissão da radícula e depois foram transplantadas para o vaso.

A umidade do solo foi mantida em torno de 60% do volume total de poros (VTP), conforme proposto por Freire et al. (1979), e aferida diariamente, através de pesagem, completando-se o peso com água desmineralizada.

As características biométricas e suas relações, consideradas para avaliação das mudas foram, os dados de morfologia: altura da parte aérea (H); diâmetro do colo (D); relação massa seca de raízes e a massa seca da parte aérea (R/PA) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). O IQD foi calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSSR}\right)}$$

Onde:

IQD: Índice de qualidade de mudas de Dickson;

MST: Matéria seca total;

H: Altura da planta até a gema apical

D: Diâmetro do colo

MSPA: Matéria seca da parte aérea

MSSR: Matéria seca do sistema radicular

Gomes (2001) afirmou que o IQD é uma fórmula balanceada, em que se incluem as relações dos parâmetros morfológicos como MST, MSSR, MSPA, H e D, tendo esse índice sido desenvolvido por Dickson et al. (1960) para mudas de *Picea glauca* e *Pinus monficula*.

Através do material seco da parte aérea foi determinada a concentração de macro e micronutrientes, segundo Sarruge & Haag (1974).

As análises foram feitas no laboratório de nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Ciências do Solo da UFLA.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para comparar as médias entre os tratamentos, conforme Gomes (1985). Para tal foi utilizado o programa Sisvar 4.6. Os gráficos e tabelas foram gerados pelo programa Microsoft EXCEL 2003®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Crescimento das plantas

Os resultados de altura, diâmetro e produção de matéria seca, bem como relação raiz/parte aérea, e o índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) estão apresentados na Tabela 3.

Para o crescimento em altura, diâmetro, MSPA, MSR, MST e IQD há diferença em relação à testemunha no teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e não houve nenhuma diferença estatística quanto as suas omissões. O que indica que a espécie é exigente em nutrientes, porém por ser uma espécie pouco responsiva ao fornecimento de nutrientes, clímax, somente a ausência de vários nutrientes, testemunha, causou diferenças significativas.

Resende et. Al (1999) sugere que espécies clímax, que possuem crescimento

mais lento, geralmente são mais adaptadas a solos com suprimento restrito de nutrientes, sendo menos responsivas ao seu fornecimento.

**TABELA 3:** Altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea (MSPA) matéria seca de raiz (MSR), matéria seca total (MST), relação raiz/parte aérea (R/PA) e índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD).

Tratamentos	Altura cm	Diâmetro mm	MSPA g	MSR g	MST G	R/PA	IQD
C1	17,59 a	3,92 a	0,758 a	0,332 a	1,09 a	0,574 a	0,16 a
C1-B	16,51 a	3,64 a	0,587 a	0,258 a	0,845 a	0,57 a	0,124 a
C1-K	16,62 a	3,49 a	0,704 a	0,245 a	0,949 a	0,452 a	0,124 a
C1-N	15,34 a	3,70 a	0,626 a	0,299 a	0,925 a	0,619 a	0,149 a
C1-P	14,77 a	3,49 a	0,501 a	0,284 a	0,784 a	0,722 a	0,131 a
C1-S	15,01 a	3,64 a	0,563 a	0,258 a	0,821 a	0,585 a	0,129 a
C1-S/CAL	16,44 a	3,72 a	0,544 a	0,284 a	0,828 a	0,736 a	0,130 a
C1-Zn	15,55 a	3,47 a	0,613 a	0,284 a	0,897 a	0,62 a	0,136 a
C2	15,68 a	3,89 a	0,633 a	0,284 a	0,917 a	0,575 a	0,144 a
C2-Ca	15,83 a	3,76 a	0,550 a	0,267 a	0,817 a	0,656 a	0,131 a
C2-Mg	15,36 a	3,63 a	0,546 a	0,264 a	0,810 a	0,634 a	0,129 a
T	10,07 b	2,61 b	0,184 b	0,076 b	0,260 b	0,623 a	0,040 b

Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de Probabilidade.

O tratamento completo 1 apresentou tendência a um melhor desempenho no experimento em relação aos completos com algum tipo de omissão. O fato de não ter ocorrido diferenças se dá devido a espécies consideradas clímax apresentarem desenvolvimento mais lento e, portanto resposta mais lenta à privação de nutrientes.

Para o crescimento em altura houve uma tendência de que o tratamento com omissão foi o P apresentasse piores valores, resultado semelhante foi encontrado por Fernandes et al (2003) para mudas de cupuaçuzeiro e por Nicoloso et al (1999) para mudas de grápia em que o crescimento em altura foi influenciado pelo teor de P. Já para o crescimento em diâmetro o nutriente q mais fez falta para o crescimento da muda foi o Zn, este resultado também foi notado por Fernandes et al (2003) também para mudas de cupuaçuzeiros.

Para o teor de matéria seca da parte aérea o nutriente mais limitante, ou seja, o que obteve menor desenvolvimento excetuando-se a testemunha foi o P, resultado semelhante foi encontrado por Carlos (2009) para mudas de barbatimão, pequi, marolo e favela, onde o teor de matéria seca da parte aérea foi menor para o completo menos P.

A omissão de P foi a que mais apresentou tendência a limitar o teor de matéria seca total.

A maior relação R/PA para o P ocorreu provavelmente devido ao fato da espécie investir mais em raiz sob condições de baixa fertilidade. No caso do fósforo as condições naturais de acidez do solo sob cerrado em estudo podem ter diminuído a disponibilidade desse elemento, diminuindo assim a quantidade da matéria seca da parte aérea. No entanto, essa maior relação R/PA pode ter ocorrido devido a mecanismos de adaptação da espécie a esta condição. Costa et al. (2007) cita maior

crescimento do sistema radicular, maior número de raízes finas, associação com fungos micorrízicos, entre outros. Mendes et al. (2005), verificaram maior produção de biomassa de mudas de fava d'anta crescida em baixos níveis de fósforo em solução nutritiva. Segundo os autores, esse comportamento evidencia a adaptação da espécie aos solos com baixa disponibilidade de fósforo.

A seqüência dos nutrientes que mais afetaram o crescimento das plantas de óleo bálamo em relação com o tratamento completo, considerando a produção de matéria seca da parte aérea em ordem decrescente foi: P > Ca > Mg > S > B > Zn > N > K.

### Nutrição mineral do Óleo-bálamo

Os teores dos nutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) das mudas de óleo-bálamo estão apresentados na Tabela 4. Pode se observar que os teores baixos dos nutrientes apresentam-se associados aos tratamentos sob omissão de cada nutriente.

**TABELA 4:** Teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) de mudas de óleo-balsamo submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes.

Tratamentos	g.kg-1						ppm	
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
C1-N	27,10 b	0,76 b	24,30 b	14,83 a	1,54 d	8,41 a	97,50 a	24,61 g
C1-S	21,60 b	0,61 c	23,10 b	10,84 c	1,86 b	8,34 a	81,71 b	25,89 g
C1-P	21,95 b	0,58 c	24,00 b	9,14 e	1,70 c	8,06 b	92,27 a	22,66 g
C1-Zn	21,80 b	0,73 b	24,00 b	10,67 c	1,57 d	8,26 a	103,65 a	16,71 h
C2	25,60 b	0,55 c	24,00 b	14,77 a	1,44 b	8,30 a	100,04 a	30,76 f
Test	18,80 b	0,91 a	13,20 d	2,64 h	0,88 f	7,83 c	53,06 d	22,99 g
C1-B	23,85 b	0,67 c	20,70 c	9,28 e	1,56 d	8,19 a	49,22 d	56,25 d
C2-Mg	41,15 a	0,70 b	14,70 d	11,36 c	2,65 a	8,37 a	82,65 b	98,64 c
C1	23,00 b	0,73 b	21,60 c	10,10 d	1,74 c	8,11 a	65,13 c	38,37 e
C1-K	21,90 b	0,58 c	20,40 c	13,54 b	1,47 b	8,26 a	66,01 c	32,97 f
C2-Ca	42,15 a	0,70 b	25,50 b	6,09 f	1,72 b	8,17 a	77,84 b	121,85 b
C1-cal	30,90 b	0,64 c	30,00 a	4,27 e	1,35 e	8,21 a	96,91 a	131,22 a

Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Os teores dos macronutrientes e dos micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de óleo - balsamo no tratamento completo e nos tratamentos com as omissões dos nutrientes foram: a) tratamento completo: 23,00 de N; 0,73 de P; 21,60 de K; 10,10 de Ca; 1,74 de Mg e 8,11 de S (g.kg-1); 65,13 de B e 38,37 de Zn (ppm) e b) tratamento com omissão: 27,10 de N; 0,58 de P; 20,4 de K; 6,09 de Ca; 2,65 de Mg e 8,34 de S (g.kg-1); 49,22 de B e 16,71 de Zn (ppm).

Os elevados teores de N encontrados nas ausências de Calagem (Ca) e Mg estão relacionados à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes (Malavolta, 1989). Resultados semelhantes foram obtidos por Sarcinelli et

al. (2004) em mudas de *Acácia holoserice* e por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii*, em que os tratamentos com ausência de Ca e Mg apresentaram teores elevados de K quando comparados ao tratamento completo.

A testemunha apresentou elevado teor de P, isso pode ser explicado devido ao efeito de concentração visto que a testemunha apresentou crescimento inferior aos demais tratamentos. Os tratamentos, completo menos P, K, S, B e Ca, apresentaram baixos teores de fósforo. Resende et. al (2000), mostraram que a espécie apresentam baixa resposta ao fornecimento de fósforo, e diz que isso é relacionado a menor taxa de crescimento inicial da mesma.

Os menores teores de N foram encontrados nos tratamentos sob ausência de Ca e Mg. O tratamento com omissão de K apresentou teores de N estatisticamente semelhantes ao tratamento completo. Resultados semelhantes foram apresentados por Souza et al. (2006) para *Erememanthus eritropapus* (candeia).

O tratamento com ausência de magnésio apresentou menor teor de K, isso pode ser explicado por uma ausência da inibição competitiva. Os maiores teores de K foram encontrados nos tratamentos sob ausência de Ca, isso aconteceu devido ao sinergismo entre o  $K^+$  e o  $Ca^{2+}$  em baixa concentração Malavolta (1989).

Os tratamentos com ausência de Ca e Mg apresentaram elevado teor de N, foram os dois únicos que se diferenciaram estatisticamente dos outros tratamentos segundo o teste de Scott-Knott, já os tratamentos na ausência de S, P, Zn e K apresentaram o menores teores de N. Resultados semelhantes foram obtidos por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acácia holoserice* e por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii*, em que os tratamentos com ausência de Ca e Mg apresentaram teores elevados de K quando comparados ao tratamento completo.

Os tratamentos com ausência de N e K apresentaram os maiores teores de Ca, Malavolta (1989) explica que há um sinergismo entre  $K^+$  e  $Ca^{2+}$ , isso explica esse resultado encontrado, o elevado teor de Ca no tratamento com ausência de N não ocorreu devido ao sinergismo. Já os tratamentos com ausência de B e P apresentaram os menores teores de Ca.

O tratamento com ausência de Mg apresentou maior teor de Mg, isso foi um resultado surpreendente, já que na ausência desse mesmo nutriente houve o maior teor do mesmo, já os tratamentos com ausência de N, Zn, B, K e C2 apresentaram os menores teores de Mg, segundo Malavolta (1989) ocorre uma inibição competitiva entre  $K^+$  e  $Mg^{2+}$ , isso explica o baixo teor de Mg no tratamento C2.

Os tratamentos com ausência de N e Mg apresentaram os maiores teores de S, já o tratamento com ausência de P apresentou o menor teor de S.

Os tratamentos com ausência de N e Zn apresentaram elevados teores de B, segundo Malavolta (1989) ocorreu inibição não competitiva entre N e B, também ocorreu verificou-se inibição não competitiva entre Zn e B. Os tratamentos com menores teores de B foram os que já eram esperados, ou seja, a testemunha e o tratamento com ausência de B, porém houve um resultado significativo, o C1 teve um dos teores mais baixos de B, já o C2 apresentou um dos teores mais altos de B, isso ocorreu devido ao tratamento C1 e C2 ser diferenciado pela presença de Ca na calagem do C1 e de Mg na calagem do C2, segundo Malavolta (1989) ocorre uma inibição competitiva entre o B e Ca, essa inibição competitiva explica essa diferença no teor de B no dois tratamentos.

Os tratamentos com ausência de Mg e Ca apresentaram os teores mais elevados de Zn, segundo Malavolta (1989), ocorre inibição competitiva tanto entre Mg e Zn, quanto entre Ca e Zn, por isso os valores elevados de Zn nos tratamentos com ausência de Mg e Ca., o tratamento C1 sem calagem também apresentou valor



elevado de Zn. Os tratamentos com ausência de P e S apresentaram os teores mais baixos de Zn, Malavolta (1989) cita que há inibição não competitiva entre Zn e P.

### CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho permitiram concluir que:

- O solo não adubado afetou todos os parâmetros de crescimento do óleo balsamo.
- Apesar do crescimento lento o óleo bálamo é uma espécie exigente de nutrientes.
- A seqüência dos nutrientes que mais afetaram o crescimento das plantas de óleo bálamo em relação com o tratamento completo, considerando a produção de matéria seca da parte aérea em ordem decrescente foi: P > Ca > Mg > S > B > Zn > N > K.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normais climatológicas 1961 - 1990**. Brasília, 1992. 84 p.

CARLOS, L. **Requerimentos nutricionais de mudas de Favela, Pequi, Marolo e Barbatimão**. 2009. 57p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COSTA, C.A.; SOUZA, G.A.; ALVES, D.S.; ARAÚJO, C.B.O.; FERNANDES, L.A.; MARTINS, E.R.; SAMPAIO, R.A.; LOPES, P.S.N. Saturação por bases no crescimento inicial e na produção de flavonóides totais da fava-d'anta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p.49-52, 2007.

DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. da. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. 175p.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FERNANDES, A.R.F. **Efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas de cupuaçuzeiro**. *Cerne*, Lavras, v.9, n. 2, p. 221-230, jul./dez. 2003

FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; MOVAIS, R.F. Métodos de aplicação de adubos na formação de mudas de *Eucalyptus grandis* F. Hill ex Maiden. **Silvicultura**, São Paulo, v.14, p.385-386, 1979.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de**

**dosagens de NPK.** 2001. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

JACKSON, M.L. **Análise química de solos.** Barcelona: Omega, 1970. 66p.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. & CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: Estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR. **Anais...** Campinas, 1989. p.130-143.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368p.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MENDES, A.D.R.; MARTINS, E.R.; FERNANDES, L.A.; MARQUES, C.C.L. Produção de biomassa e de flavonóides totais por fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth) sob diferentes níveis de fósforo em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, São Paulo, v.7, p.7-11, 2005.

NICOLOSO, F.T.; **Exigências nutricionais da grábia em solo podzólico vermelho amarelo.** Ciência Rural, v. 29, n. 2, 1999.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato/Agronômica Ceres, 1991. 343p.

RESENDE, A.V., FURTINI NETO, A.E., MUNIZ, J.A., CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesq. Agrop. Bras.** Brasília, V.34, n.11, p.2071-2081, nov. 1999.

RESENDE, A.V., FURTINI NETO, CURI, N., MUNIZ, J.A., FARIA, M.R. Acúmulo e eficiência nutricional de macronutrientes por espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta à fertilização fosfatada. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, V.24, p.160-173, 2000.

SARCINELLI, T.S.; RIBEIRO JUNIOR, E.S.; DIAS, L.E.; LYNCH, L.S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta a omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.173-181, 2004.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56p.

SILVA, J.T.A.; BORGES, A.L.; CARVALHO, J.G. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.152-155, 2003.

SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R.L.G. Adubação mineral do ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p.261-270, 2006.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNRN, H. **Análise do solo, plantas e**

**outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188p. (Boletim técnico, 5).

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.; DAVIDE, A.C. Fertilização de Plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (ÓLEO COPAÍBA). **Revista Cerne**, Lavras, v.2, n.2, p.1-17, 1996.

VENTURIN, N.; SOUZA, P.A.; MACEDO, R.L.G.; NOGUEIRA, F.D. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Floresta**, Curitiba, v.35, n.2, p.211-219, maio/ago. 2005.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 34p. (Boletim técnico, 7).

VIETS JUNIOR, F.G. e; LINDSAY, W.L. Testing soils for zinc, Cooper, manganese and iron. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. (Ed.). **Soil testing and plant analylis.** Madison: Soil Science society of America, 1973. p.329-488.

WALKLEY, A. & BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Baltimore, v. 37, p. 29 - 38, 1934.