

FERTILIZAÇÃO DE PLÂNTULAS DE *Copaifera langsdorffii* Desf. (ÓLEO COPAÍBA)

Nelson VENTURIN¹, Eny DUBOC², Fabiano R. do VALE³, Antônio C. DAVIDE¹

RESUMO - O conhecimento científico sobre as florestas brasileiras iniciaram-se pelas espécies exóticas, principalmente as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Estudos recentes dão ênfase às florestas nativas pela sua importância no contexto da produção de madeira e na conservação ambiental. Um dos pontos importantes ainda a ser estudado é a fertilização das espécies a serem utilizadas em reflorestamentos. Com o objetivo de avaliar as exigências nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no crescimento de plantas de óleo copaíba, conduziu-se um experimento em casa de vegetação. Tendo como substrato um Latossolo Vermelho-Amarelo de baixa disponibilidade de nutrientes utilizaram-se 10 tratamentos, sob a técnica do nutriente faltante: Completo (adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn), Testemunha (solo natural) e a omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e -Zn). Foram avaliadas as seguintes características: altura, diâmetro, peso de matéria seca da parte aérea e de raízes e teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea), concluindo-se que: o N, P, Ca e S mostraram-se limitantes ao crescimento em solo com pequena disponibilidade. As plantas de óleo copaíba mostraram um pequeno requerimento para o Mg, K, B e Zn, estando a disponibilidade original do solo estudado próximo as exigências nesta fase. As omissões de K, Ca e Mg afetaram a absorção de S pelas plantas.

Palavras chave: Floresta nativa, adubação mineral, *Copaifera langsdorffii* Desf., óleo copaíba.

1 Departamento de Ciências Florestais - UFLA, CP. 37. CEP 37200-000, Lavras-MG

2 Engenharia Agrônoma. EMPAER-DEPAT/DIPAG Rodovia MS 080, Km 10, CEP 79.114-000, Campo Grande-MS

3 Professor do Departamento de Ciências do Solo - UFLA, coorientador

ABSTRACT - Scientific studies about Brazilian forests started with exotic species, essentially these from the genera *Eucalyptus* and *Pinus*. Most recently studies however have focused on wood production and environmental conservation. An important point still deserving attention is the fertilization of species used in reforestation. Although it depends on the best knowledge of nutritional requirements of these species. A pot experiment was conducted in a greenhouse in order to evaluate the mineral nutrient requirement and effects of the nutrient omission in *Copaifera langsdorffii* Desf. plant's growth. The following treatments were employed; Complete (adubated with N, P, K, Ca, Mg, S, B and Zn), Standard (nature soil); Complete without N, Complete without P, Complete without K, Complete without Ca, Complete without Mg, Complete without S, Complete without B and Complete without Zn. A oxisoil with low nutrient availability was used as a substrate. The following characteristics were evaluated, plants height and diameter growth, dry matter production and meaning of nutrient into dry matter of shoots. According to the results it was concluded that; The small availability present in the nature soil of N, P, Ca and S limits the growth of the *C. langsdorffii*'s plants. The seedlings of *C. langsdorffii* present a low requirement for the Mg, K, B and Zn. The omission of K, Ca and Mg was affected the sulfur absorption.

Key Words: Native forest, mineral adubation, *Copaifera langsdorffii* Desf.

INTRODUÇÃO

O óleo copaíba, árvore da família Caesalpinaceae, frondosa, atinge 13 m de altura ou pouco mais, embora alcance apenas 2 m quando vegeta no campo ou cerrado. Fornece madeira avermelhada, raramente amarelada, muito rajada, as vezes porosa e de tecido frouxo, utilizada para a construção naval, carroçaria, torno e marcenaria. Perfurando-se o caule conforme a época do ano, obtém-se maior ou menor quantidade de “óleo copaíba” um dos melhores desse gênero botânico e também dos mais reputados na terapêutica universal, específico energético contra numerosas enfermidades. Parece que os indivíduos que vegetam nas várzeas, tem o alburno maior

e o cerne mais claro, sendo o lenho mais mole e menos durável, porém produzem maior quantidade de óleo resina. São consideradas padrão de terra de qualidade inferior, salvo quando vegetam na mata virgem (Pio Corrêa, 1931).

O óleo copaíba é classificado como espécie do grupo das indicadoras acompanhantes, (Salvador, 1989). E sob o aspecto da sucessão secundária é classificado como espécie clímax (Kageyama, Biella e Palermo, 1990). Útil para plantio em áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

Informações sobre exigências nutricionais de espécies florestais, em especial essências nativas, são escassas, (Carpanezzi et al., 1976); embora deficiências minerais e distúrbios de crescimento em espécies tropicais e subtropicais usadas em reflorestamentos sejam observados (Drechsel e Zech, 1991).

Variação na concentração, absorção e eficiência de uso de nutrientes entre espécies pioneiras, secundárias e clímaxes, foi observada, tanto na fase de viveiro como a campo, por Gonçalves et al. (1992), em trabalho sobre capacidade de absorção e eficiência de uso dos nutrientes com nove espécies de diferentes grupos sucessionais. As espécies pioneiras demonstram maior eficiência nutricional para o fósforo do que as espécies clímax, mas com relação ao nitrogênio e ao cálcio tanto pioneiras como clímaxes têm eficiências nutricionais semelhantes (Brown, 1990 citado por Gonçalves et al., 1992).

Espécies de crescimento lento que habitam solos de baixa fertilidade, quando comparadas com espécies de solos mais férteis, em geral, exibem uma baixa taxa de absorção iônica por planta e um pequeno incremento na taxa de absorção em resposta ao aumento de concentrações externas de nutrientes (Chapin III, 1980).

Contudo, grande variação entre espécies florestais nativas quanto aos requerimentos nutricionais tem sido observada.

Braga et al. (1995), em experimento com nutriente faltante, em solo de baixa fertilidade, concluíram que a quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) mostrou o mais alto requerimento nutricional, respondendo a adubação com todos os macro e micronutrientes. A *Acacia mangium* respondeu apenas ao P, N e S, e a resposta da pereira (*Platycyamus regnellii*) foi mais evidente para N, P, Ca e S, enquanto que a peroba rosa (*Aspidosperma polyneurom*) respondeu ao P, K e S.

Carniel et al. (1993), observaram em resposta a adubação em campo que a embaúba (*Cecrópia sp.*), o ipê-mirim (*Stenolobium stans*), o fedegoso (*Senna macranthera*), a cássia

(*Senna multijuga*) e o angico amarelo (*Peltophorum dubium*) tiveram o crescimento afetado pela omissão de P, com excessão do ipê-mirim. O fedegoso e o angico amarelo mostraram as maiores restrições no crescimento, quando da omissão de N. Todas as espécies mostraram um baixo requerimento de K e Mg. Entretanto, mostraram elevado requerimento nutricional para o S. A omissão de Ca não afetou os teores foliares podendo indicar um baixo requerimento.

Com a finalidade de verificar os efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do paraná (*Araucaria angustifolia*) em solução nutritiva, Simões e Couto (1973) verificaram que as omissões de N e P causaram as maiores limitações ao crescimento das plantas e ao diâmetro do caule e semelhantemente ao Mg reduziram o crescimento das raízes.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os requerimentos nutricionais e o efeito da omissão de nutrientes sobre o crescimento das plântulas de óleo copaíba (*Copaifera langsdorffii*).

MATERIAL E MÉTODOS

Para condução deste experimento utilizou-se como substrato um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco argilo arenoso, com baixa disponibilidade de nutrientes, coletado na camada de 20-40 cm de profundidade. Os tratamentos através da técnica do nutriente faltante foram em número de 10, dispostos em delineamento experimental de blocos ao acaso com 5 repetições: Completo (COM; adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn), Testemunha (TEST; solo natural) e a omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e -Zn). Os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes p.a. e misturados totalmente ao volume de solo correspondente a cada tratamento. As doses aplicadas no tratamento Completo consistiram de: 25 mg/Kg de N; 120 mg/kg de P; 25 mg/kg de K; 80 mg/kg de Ca; 20 mg/kg de Mg; 30 mg/kg de S; 1 mg/kg de B e 5 mg/kg de de Zn; duas adubações em cobertura com 25 mg/kg de K, cada uma e seis coberturas com 25 mg/kg de N, cada uma. Após a aplicação dos tratamentos o material de solo permaneceu incubando por um período de trinta dias, quando então foram coletadas amostras de cada tratamento para análise e cuja caracterização encontra-se na Tabela 1.

A análise física constou de textura, pelo método do densímetro com modificações propostas por Fontes (1982). As análises químicas constaram de: pH em água por potenciometria;

P disponível e K extraídos pelo método Mehlich 1, analisados por colorimetria e fotometria de chama respectivamente; Al trocável extraído por KCl 1N, analisado por potenciometria; e carbono orgânico, conforme Vettori (1969), com modificações da EMBRAPA (1979).

TABELA 1- Análise química* e física** dos materiais do solo antes (Testemunha) e após (Completo) a aplicação dos tratamentos com a técnica do nutriente faltante.

Parâmetros		Tratamentos	
		Testemunha	Completo
		Teores	
pH	(em água)	5,30	5,40
P***	mg/dm ³	1,00	10,00
K	mg/dm ³	11,00	39,00
Ca	cmol/Kg	0,14	0,49
Mg	cmol/Kg	0,04	0,24
Al	cmol/Kg	0,10	0,10
H + Al	cmol/Kg	1,30	1,20
S - SO ₄ ⁻²	mg/dm ³	2,46	13,30
B	mg/dm ³	0,20	0,50
Zn	mg/dm ³	1,35	7,24
M.O.	g/Kg	30,00	-
Areia	(%)	66,00	-
Silte	(%)	10,00	-
Argila	(%)	24,00	-

(*) Análise realizada pelo Laboratório de Fertilidade e, (**) pelo Laboratório de Física do Solo da ESAL, Lavras-MG. (***) Extrator Mehlich 1.

Zn analisado conforme Viets Junior e Lindsay (1973). S por turbidimetria conforme Tedesco, Volkeiss e Bohner, (1985). O B foi determinado conforme Jackson (1970). Ca e Mg extraídos por KCl 1N, determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

As sementes coletadas no município de Lavras (MG), após tratamento pré-germinativo, com imersão em água a temperatura ambiente por 48 horas, foram semeadas em bandejas contendo areia em sala de germinação. As plântulas foram transplantadas em sacos plásticos com uma mistura de solo de baixa fertilidade + areia (1:2), permanecendo no interior da casa de

vegetação até o plantio definitivo nos vasos e iniciou-se o período experimental. Nesta ocasião as plantas de óleo copaíba apresentavam diâmetro médio de 2,3 mm ($\pm 0,2$ mm), altura média de 15,2 cm ($\pm 1,1$ cm) e 226 dias de sementeiras.

Os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada, com quantidade equivalente a 17% do peso do substrato seco, adubados em cobertura a cada 15 dias. O período experimental teve duração de 117 dias. Foram avaliadas altura de plantas, diâmetro do caule a 5 cm do colo; peso de matéria seca da parte aérea (MSPA) e peso de matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea, com base no peso de matéria seca, e teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento das plantas

As plantas de óleo copaíba sob o tratamento Completo apresentaram altura e diâmetro iguais ou superiores aos demais tratamentos. As omissões de N, P e o tratamento Testemunha mostraram-se limitantes, afetando o crescimento em altura das plantas. As demais omissões de nutrientes mostraram-se indiferentes em relação ao tratamento Completo. Resultados semelhantes foram encontrados por Simões e Couto (1973) para o pinheiro do paraná (*Araucaria angustifolia*). Os autores demonstraram que a omissão de N e de P trouxe um forte desequilíbrio nutricional, inibindo o crescimento em altura, diâmetro e peso da parte aérea. Braga et al. (1995) também relatam que os nutrientes mais limitantes para *Acacia mangium* foram o P seguidos pelo N e pelo S.

De maneira geral, a omissão de nutrientes mostrou-se mais importante para o crescimento em altura do que em diâmetro das plantas de óleo copaíba. Pela Tabela 2 observa-se que o diâmetro diferentemente da altura não foi afetado pela omissão de N e de P.

TABELA 2. Crescimento em altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	R/PA
Completo	27,14a	3,32ab	2,94ab	1,93bcd	0,65de
Testemunha	15,02b	2,43c	0,95e	1,14e	1,20ab
-N	15,82b	2,76abc	1,22e	1,62de	1,33a
-P	15,90b	2,63bc	1,39de	1,79cd	1,28a
-K	27,06a	3,16abc	3,37a	2,10abcd	0,62e
-Ca	23,33a	2,98abc	2,03cd	1,65de	0,83cde
-Mg	24,90a	3,25ab	2,47bc	2,27abc	0,95bc
-S	21,18ab	2,93abc	1,95cd	1,80cd	0,93c
-B	27,16a	3,37ab	2,90ab	2,62a	0,91cd
-Zn	27,24a	3,45a	2,84ab	2,45ab	0,86cde
CV (%)	13,61	12,43	15,32	13,25	13,21
DMS (5%)	6,53	0,80	0,72	0,55	0,27

OBS: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Contudo, a produção de matéria seca da parte aérea mostrou ser característica mais importante para a avaliação das plantas de óleo copaíba, do que a altura ou o diâmetro, em função da existência de brotações laterais. Verifica-se pela Tabela 2 que a omissão de K mostrou uma tendência de maior produção de MSPA do que o tratamento Completo, e as plantas sob a omissão de cálcio e de enxofre apresentaram menor produção de MSPA, diferindo do tratamento Completo. Contrastando com o comportamento das plantas em altura e diâmetro, sob a omissão de K, Ca e Mg, que não diferiram do tratamento Completo.

Na Figura 1 observa-se o crescimento relativo em produção de matéria seca das plantas, atribuindo-se ao tratamento Completo crescimento relativo igual a 100.

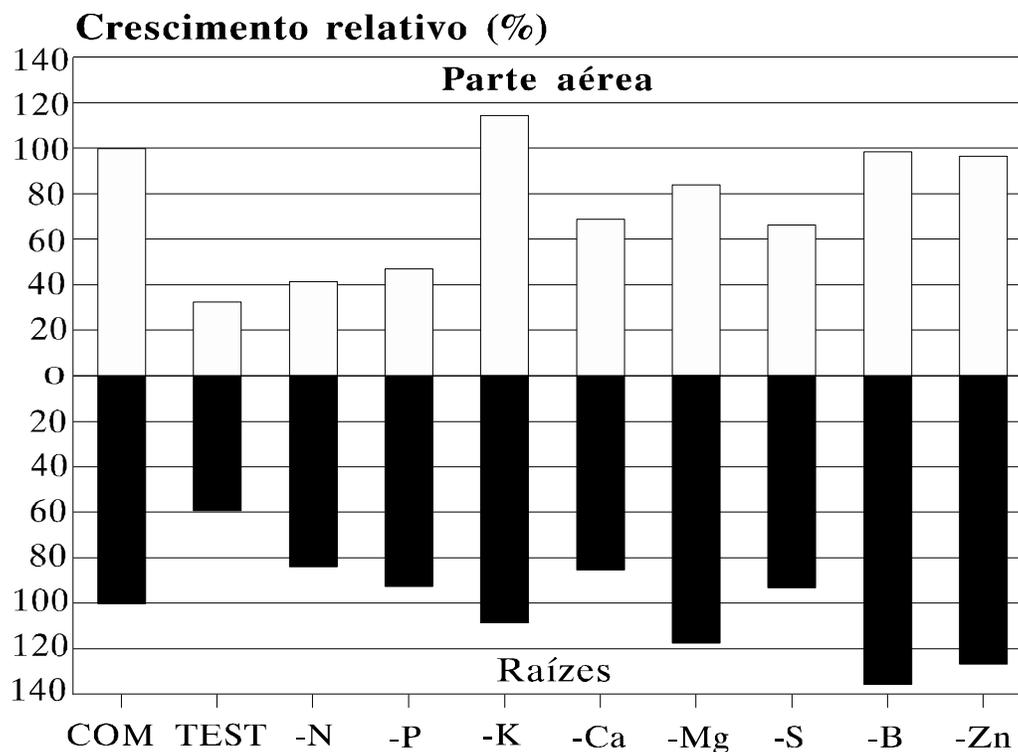


FIGURA 1. Crescimento relativo em matéria seca da parte aérea e do sistema radicular de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes.

As plantas de óleo copaíba sob omissão de K mostraram maior produção de MSPA sem diferir do tratamento Completo. Outras espécies como; *Caesalpinia ferrea* (pau-ferro), *Senna multijuga* (canafístula), *Cedrella fissillis* (cedro) e *Piptadenia gonoacantha* (jacaré), relatadas por Renó et al. (1993), também apresentaram produção relativa de MSPA superior ao tratamento Completo quando o potássio foi omitido em solo de fertilidade baixa (15 mg/dm^3 de K).

Entretanto, as plantas de óleo copaíba mostraram-se indiferentes às omissões de B e de Zn. A deficiência de boro frequentemente está relacionada a períodos secos, quando a umidade não é suficiente para sua movimentação no solo, prejudicando a absorção pelas plantas (Sevory, 1962, Coaling e Jorres, 1970, Mengel e Kirkby, 1982, e Barros et al., 1990, citados por Fonseca, Maluf e Oliveira, 1990).

A produção de matéria seca da parte aérea foi mais afetada pela omissão de nutrientes do que a produção do sistema radicular. As omissões de B e de Zn proporcionaram maior produção de matéria seca do sistema radicular, comparados ao tratamento Completo, o que evidencia um possível efeito tóxico do B e do Zn. Também os tratamentos com a omissão de K e de Mg mostraram maior produção de MSSR, sem diferir estatisticamente.

A seqüência de exigência nutricional apresentada pelas plantas de óleo copaíba, em relação ao tratamento Completo, considerando a produção de MSPA é a seguinte: N, P, S e Ca seguidos pelo Mg.

Verifica-se pela Figura 2 e Tabela 2 que o óleo copaíba apresentou uma flexibilidade no ajuste da relação R/PA, em função das mudanças no ambiente nutricional proporcionadas pelos tratamentos.

As omissões de N, de P e o tratamento Testemunha afetaram o particionamento da matéria seca entre a parte aérea e o sistema radicular, com maior mobilização de reservas para as raízes do que para a parte aérea. O mesmo aconteceu com os tratamentos com a omissão de S e de Ca, porém em menor grau.

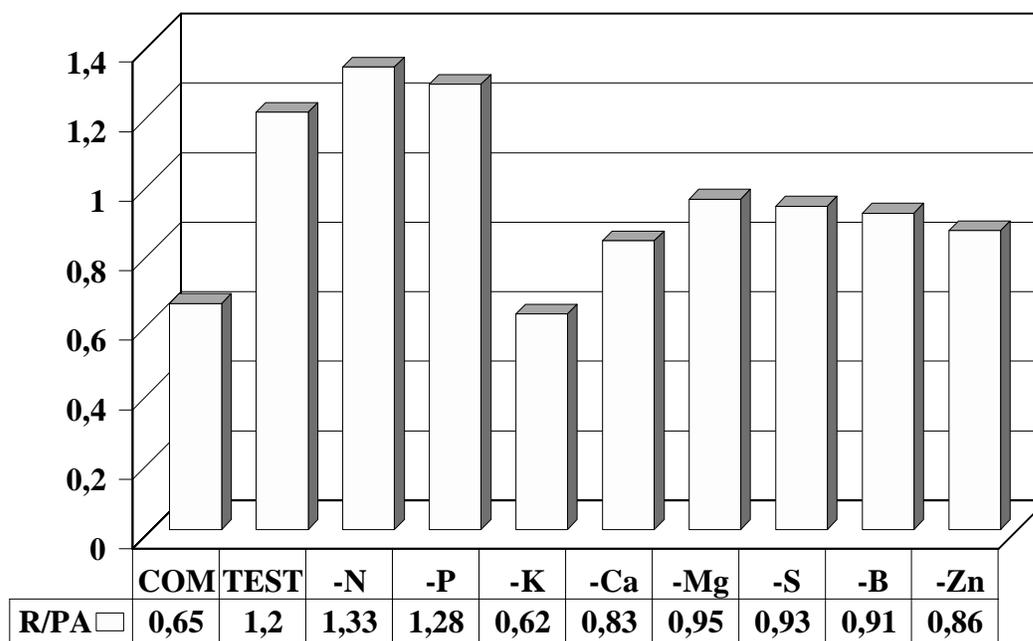


FIGURA 2. Relação raiz/parte aérea (R/PA), com base no peso de matéria seca de plantas de óleo copaíba submetidas tratamentos com omissão de nutrientes.

Os tratamentos sob omissão de Mg, B e Zn também aumentaram a relação R/PA, contudo observa-se pela Figura 1 e pela Tabela 2, que estes tratamentos produziram mais MSSR do que o tratamento Completo, devido provavelmente a um efeito tóxico ou a um desequilíbrio nutricional.

Nutrição mineral

Pode-se notar pela Tabela 3 que os teores mais baixos de macro e micronutrientes estão associados ao tratamento Testemunha ou aos tratamentos sob a omissão de cada nutriente.

As plantas sob omissão de nitrogênio alcançaram teor de N 60,2% mais baixo do que as do tratamento Completo. Verifica-se uma diminuição na absorção de N pelas plantas de óleo copaíba no tratamento sob omissão de P. Os teores de N do tratamento Completo foram semelhantes aos encontrados por Dias et al. (1992) para a formação de mudas de táxi-branco (*Esclerolobium paniculatum*), cujo valor crítico foliar para atingir 90% da produção máxima de MSPA era de 22,0 g/Kg associado a dose de 79 g/dm³ de N no solo.

TABELA 3. Teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes.

Tratamentos	Teor de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	(g nut/Kg MSPA)					(mg nut/Kg MSPA)		
Completo	20,6a	1,6ab	10,5c	7,7de	1,9c	0,5ab	86,40ef	50,82de
Testemunha	6,7c	0,6cd	5,9de	9,4bcd	1,7cd	0,3c	64,12f	29,48fg
-N	8,2c	1,1bc	7,8d	9,2bcd	1,9c	0,3c	217,60a	39,74efg
-P	15,7b	0,3c	12,3abc	10,8ab	2,2abc	0,7a	142,34bcd	53,36cde
-K	21,4a	1,4a	4,8e	8,2d	2,7a	0,4bc	134,08cd	68,06abc
-Ca	20,6a	1,2b	13,0ab	6,5e	2,1bc	0,4bc	175,66b	71,07ab
-Mg	22,7a	1,2b	12,5abc	9,8bc	1,3d	0,6a	160,58bc	79,12a
-S	21,8a	1,6ab	14,4a	12,8a	2,6ab	0,3bc	111,74de	44,08ef
-B	19,7ab	1,5ab	12,0bc	9,0bcd	2,0c	0,6a	24,56g	61,86bcd
-Zn	22,2a	1,9a	12,8ab	9,6bcd	2,2abc	0,4bc	78,58ef	28,48g
CV (%)	11,94	20,77	9,77	10,22	12,46	21,06	15,26	13,29

DMS (5%)	4,57	0,55	2,21	2,02	0,54	0,19	38,93	14,92
----------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

OBS: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento Completo e os tratamentos com omissão de Zn, S, B e de K apresentaram os maiores teores de fósforo na MSPA. Os demais tratamentos diferiram do tratamento Completo, apresentando sob a omissão de Mg, Ca e de N valores intermediários. Na omissão de zinco, possivelmente devido a não ocorrência do mecanismo de inibição não competitiva, foi favorecida a absorção de fósforo. Valeri et al., (1985) trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* relatam teor médio de 1,4 g/Kg de P. Em *Acacia mangium* teores de P de 1,4 g/Kg, em *Tibouchina granulosa* teores de 1,7 g/Kg foram relatados por Braga et al., (1995).

O maior teor de K na MSPA das plantas de óleo copaíba foi encontrado no tratamento com a omissão de S. Os tratamentos sob omissão de P, Ca e de Mg apresentaram teores de K comparáveis aos tratamentos de maior produção (Tabela 3) e superiores ao do tratamento Completo. Isto ocorreu, provavelmente, devido a um efeito de concentração, uma vez que estes apresentaram menores produções de MSPA. Este efeito pode ser confirmado pelo conteúdo de nutrientes na MSPA das plantas (Tabela 4). O teor de K mais elevado nos tratamentos com omissão de Ca e de Mg devem-se provavelmente a ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes e o K, favorecendo sua absorção. Resultados semelhantes foram encontrados por Martinez, Haag e Bruckner, (1986), em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em que as omissões de magnésio e de enxofre resultaram em maiores concentrações de K na matéria seca da parte aérea.

A absorção de cálcio também foi favorecida pela omissão de S, tendo este tratamento apresentado o maior teor de Ca na MSPA. No tratamento Completo, o teor de Ca não diferiu do tratamento sob omissão. Entretanto, observa-se um efeito de concentração, pois os tratamentos com as menores produções de MSPA, apresentaram os maiores teores de Ca (Tabela 4). Deste modo, o tratamento sob omissão extraiu 42% a menos de cálcio do que o tratamento Completo, o que afetou a produção de matéria seca da parte aérea.

As plantas sob omissão de K e de S tiveram favorecida a absorção de Mg, no caso do K possivelmente, devido a não ocorrência do mecanismo de antagonismo entre a sua absorção e a de Mg.

TABELA 4. Conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes.

Tratamentos	Conteúdo de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	(mg)					(µg)		
Completo	60,4a	4,7a	31,4a	22,7ab	5,7b	1,5ab	257,36cd	151,9bc
Testemunha	6,4c	0,6e	5,6d	8,9c	1,6d	0,2e	61,23f	28,13e
-N	10,0c	1,3de	9,5cd	11,2c	2,3d	0,4de	264,7bcd	48,62e
-P	21,9c	0,5e	16,9bc	14,7bc	3,1cd	0,9bcd	198,58de	72,72e
-K	72,4a	4,8a	16,3bcd	28,0a	9,0a	1,3abc	453,47a	229,57a
-Ca	41,8b	2,4cd	26,2ab	13,2c	4,3bc	0,7cde	356,13abc	145,45bcd
-Mg	55,8ab	3,0c	30,9a	24,7a	3,1cd	1,6a	389,84ab	199,59ab
-S	42,7b	3,2bc	28,1a	24,8a	5,0bc	0,7cde	218,84d	86,11cde
-B	56,5ab	4,2ab	34,8a	26,1a	5,8b	1,7a	71,88ef	177,78ab
-Zn	63,0a	5,4a	36,4a	27,4a	6,2b	1,1abc	222,88d	80,99de
CV (%)	18,67	19,68	22,09	20,86	20,06	29,86	24,06	23,32
Média Geral	43,08	3,00	23,61	20,19	4,61	0,99	249,49	122,08

OBS: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pela Figura 1 verifica-se, que a omissão de Mg deprimiu o acúmulo de matéria seca da parte aérea e favoreceu para o sistema radicular, provavelmente devido a um desequilíbrio entre as proporções de Ca:Mg. No tratamento Completo esta proporção foi de 4, sendo mais alta nos tratamentos com menor produção de MSPA. No tratamento sob omissão de Mg a proporção Ca:Mg foi de 7,5. O comportamento de espécies nativas em relação a nutrição com magnésio tem sido muito diferenciada. Comportamento semelhante ao do óleo copaíba foi relatado por Carniel et al. (1993), em experimentação de campo com cinco espécies arbóreas do sudeste mineiro. Tais espécies mostraram-se indiferentes a omissão, o que evidencia o baixo requerimento para o Mg.

As plantas de óleo copaíba tiveram a absorção de S afetada nos tratamentos sob omissão de N, Ca e de K. De acordo com Malavolta (1980), a velocidade de absorção do sulfato -

forma de enxofre predominantemente absorvida da solução do solo pelas raízes- depende do cátion acompanhante, e obedece a seguinte série crescente: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , NH_4^+ e K^+ . Possivelmente os menores teores de S encontrados na MSPA das plantas de óleo copaíba (Tabela 3), nos tratamentos sob omissão de Ca, N e de K devam-se a falta do cátion acompanhante prejudicando a absorção.

A omissão de Zn também afetou a absorção de S. De maneira geral, o requerimento das plantas para S acompanha a demanda de P (Malavolta, 1980). Entretanto, nota-se pela Tabela 3, que a absorção de S foi, aproximadamente 3 vezes menor do que a de de P, indicando que embora, o óleo copaíba sinta a omissão de S, sua exigência é inferior à de P. A redução em 40% no teor de S no tratamento sob omissão, em relação ao teor do tratamento Completo, refletiu na produção de matéria seca tanto da parte aérea como do sistema radicular. Contudo, o teor de S do tratamento Completo está abaixo do encontrado por Haag et al., (1977) em *Eucalyptus citriodora* com distúrbios nutricionais. Os autores relatam teores em folhas com sintomas leves e acentuados, respectivamente de 0,6 e 0,8 g/Kg de S, em confronto com teores de 2,3 e 2,1 g/Kg em folhas sadias novas e sadias maduras.

O teor mais alto de boro (217,60 mg/kg) foi alcançado pelo tratamento com omissão de N, possivelmente, devido a ausência de inibição competitiva entre a absorção de nitrogênio e a de boro. Contudo, percebe-se um efeito de diluição (Tabelas 3 e 4), uma vez que os tratamentos com maior produção de MSPA, atingiram os menores teores. O teor do tratamento Completo (86,40 mg/Kg) esta compreendido dentro da faixa encontrada por Rocha Filho et al. (1979) em *Eucalyptus grandis*, submetido a doses crescentes de boro (0 a 2,0 g/dm³) aplicadas à solução nutritiva. Os autores encontraram sintomas de carência e de excesso associados a teores foliares de 46 e 100 mg/kg respectivamente, apontando como concentração crítica 61 mg/Kg de B, em folhas jovens. Este valor, está abaixo dos valores encontrados por Braga et al. (1995), na MSPA dos tratamentos Completo da *Acacia mangium* (98 mg/Kg de B) e da *Tibouchina candolleana* (quaresmeira, 112 mg/Kg de B).

Nas plantas de óleo copaíba a absorção de zinco foi favorecida pelas omissões de Mg, Ca, K, B e de P, cujos teores superaram ao do tratamento Completo. Provavelmente, pela não ocorrência de inibição competitiva entre a absorção do Mg e do Ca com a absorção de Zn e, pela ausência da inibição não competitiva entre a absorção do B e do P com a absorção de Zn. O teor de zinco na MSPA do tratamento sob omissão, igualou-se ao teor encontrado na Testemunha (28,48 e 29,48 mg/Kg, respectivamente). Contudo, a omissão de Zn não exerceu influência sobre

a produção de MSPA, indicando que a exigência nutricional das plantas de óleo copaíba para zinco é possivelmente menor do que o teor atingido pelo tratamento Completo (50,82 mg/Kg de Zn). Braga et al. (1995), encontraram em experimento com omissão de nutrientes, teores de 59 mg/Kg para a *Acacia mangium* e de 57 mg/Kg para *Platycyamus regnellii* (pau-pereira). Os autores verificaram que a omissão de zinco também não afetou a produção de MSPA, para ambas as espécies.

CONCLUSÕES

- a) O N, P, Ca e S mostraram-se limitantes ao crescimento do óleo copaíba (*Copaifera langsdorffii*) em solos com pequena disponibilidade desses nutrientes.
- b) O óleo copaíba apresentou uma pequena demanda nutricional para o Mg, K, B e Zn, estando a disponibilidade original do solo estudado próximo as exigências nesta fase.
- c) As omissões de K, Ca, e de Mg afetaram a absorção de S pelas plantas de óleo copaíba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, F.deA.; VALE, F.R.do; VENTURIN, N.; AUBERT, E.; LOPES G.deA. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, V.19, n.1, p.18-31, jan/mar. 1995.
- CARNIEL, T.; LIMA, H.N., VALE, F.R.do; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; GOMES, R.J. Resposta à adubação no campo de cinco espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 24, Goiânia, 1993. **Resumos**, Goiânia: SBCS, p.209-210.

CARPANEZZI, A.A.; BRITO, J.O.; FERNANDES, P.; JARK FILHO, W. 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, 1976. p.225-232.

CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology Systematics**, Palo Alto, v.11, 1980. p.233-260.

DIAS, L.E.; JUCKSCH, I.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.de; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Voguel): II. Resposta a nitrogênio, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.2, p.135-143, Mai/ago 1992.

DRESCHER, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil**, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, v.131, p.29-46, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. Manual de métodos de análises do solo. Rio de Janeiro, SNCLS, 1979. n.p.

FONSECA, S.da; MALUF, J.L.P.; OLIVEIRA, A.C. Adubação de *Eucalyptus camaldulensis* com boro e zinco em solos do cerrado na região de Brasilândia- Minas Gerais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/Sbef, p.403-406.

FONTES, L.E.F. Nova proveta para sedimentação da suspensão do solo na determinação da fração argila por densimetria. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.2, n.6, p.152-154, 1982.

GONÇALVES, J.L.deM.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L.de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.463-468.

HAAG, H.P.; SIMÕES, J.W.; OLIVEIRA, G.D.de; SARRUGE, J.R.; POGGIANI, F. Distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citriodora*. **IPEF**, Piracicaba, n.14, p.59-68, jul. 1977.

JACKSON, M.L. **Análises químicas de suelos** 2 ed. Barcelona: Omega, 1970. 662p.

KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO Jr., A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.109-113.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral**. Piracicaba: Ceres, 1980. 254p.

MARTINEZ, H.E.P.; HAAG, H.P.; BRUCKNER, C.H. Macronutrientes em *Pinus caribaea* Morelet II. níveis internos sob suficiência e sob omissão. Piracicaba, **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, v.43, 1986. p.97-146.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. V.2. 771p.

RENÓ, N.B.; VALE, F.R.do; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais nativas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 24, Goiânia, 1993. **Resumos**, Goiânia: SBCS, p.211-212.

ROCHA FILHO, J.V.deC.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.de; SARRUGE, J.R. Influência do boro no crescimento e na composição química de *Eucalyptus grandis*. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.36, p.139-151, 1979.

SALVADOR, J.doL.G. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamento mistos nas margens de rios e reservatórios**. 2ed. rev. at. CESP, São Paulo: 1989. 15p. (Série divulgação e informação, 105)

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

TEDESCO, M.J.; VOLKEISS, S.J.; BOHNEM, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, EFRGS, 1985. (Boletim Técnico, 5)

VALERI, S.V.; AGUIAR, I.B.de; CORRADINE, L.; SOUZA, E.C.A.de.; BANZATO, D.A. Efeito de fósforo e cálcio no desenvolvimento e na composição química foliar de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden em casa de vegetação. **IPEF**, Piracicaba, n.29, p.47-53, abr. 1985.

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969, 24p. (Documentos)

VIETS JUNIOR, F.G.; LINDSAY, W.L. Testing soils for zinc, cooper, maganese and iron. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. eds. **Soil testing and plants analysis.** Madison, Soil Science Society of America, 1993. p.329-488.