

Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*

Macronutrients and boron deficiencies reflexes on plant growth, production and essential oil in *Eucalyptus citriodora*

Andréia Renata Maffeis
Ronaldo Luiz Vaz de Arruda Silveira
José Otávio Brito

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência das deficiências nutricionais sobre a biomassa de folhas e a produção e qualidade do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora*. As plantas foram cultivadas em vasos de 10 L contendo sílica moída, em condição de casa de vegetação. Nos três primeiros meses após plantio, as mudas cresceram em solução nutritiva completa. Dos 4 aos 11 meses de idade foram cultivadas em soluções com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S e B. Ao final do período foram medidas suas alturas e diâmetros ao nível do colo. Em seguida, as plantas foram coletadas visando quantificar a biomassa foliar, avaliar o estado nutricional e determinar o teor e a qualidade do óleo essencial. Os resultados obtidos permitiram concluir que as omissões de N e de B foram as que mais afetaram as plantas em termos de crescimento, presença de sintomas de deficiência, produção de folhas e quantidade de óleo essencial. Não se verificaram diferenças significativas entre os tratamentos para rendimento percentual de óleo bem como teor de citronelal. Entretanto, independente dos tratamentos, observou-se que aumentos na concentração de K e das relações K/Ca e K/Mg nas folhas proporcionavam aumentos no teor de citronelal.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus citriodora*, Óleo essencial, Solução nutritiva, Estado nutricional

ABSTRACT: The present work had as objective to study the influence of the nutritional deficiencies on the leaf biomass and the production and quality of the *Eucalyptus citriodora* essential oil. The plants were cultivated in vases at the green house. In the first three months after the plantation, the seedlings grew in complete nutritive solution. From the four to the eleven months of age, they were cultivated in solutions with omission of N, P, K, Ca, Mg, S and B. At the end of this period its heights and diameters at the plant base level were measured. Soon after, the plants were collected seeking the quantification of the leaf biomass, evaluation of the nutritional status and determination of the content and quality of the essential oil. From the obtained results we can conclude that the omission of N and B affected, more than other nutrients, the plant growth, deficiency symptoms and leaf and essential oil production. It was not verified significant differences among the treatments for percentile yield of oil as well as citronellal content. Increases of the K concentration and relationships K/Mg and K/Ca in the leaves increased the citronellal concentration.

KEYWORDS: *Eucalyptus citriodora*, Essential oil, Nutritive solution, Nutritional status

INTRODUÇÃO

O eucalipto, cultivado como essência florestal para produção de madeira, constitui-se também numa importante cultura produtora de óleos essenciais no Brasil, sendo o país um dos principais produtores mundiais.

Segundo Braga (1971), seriam três as espécies mais usadas para produção de óleo no Brasil: *E. citriodora*, *E. globulus* e o *E. staigeriana*. Galanti (1987) afirma, porém, que apenas o *E. citriodora* e *E. globulus* apresentam importância econômica. A segunda espécie é cultivada em menor intensidade, pois tem seu valor comercial estritamente ligado à produção de óleo essencial. O *E. citriodora*, por sua vez, possui maior versatilidade devido à oportunidade que se tem para o uso de sua madeira, como poste, mourões e lenha.

São raros os trabalhos da literatura relacionando os efeitos dos nutrientes sobre a produção de óleos em plantas aromáticas, e os existentes, não se referem ao eucalipto. Junqueira (1993) e Maia (1994), por exemplo, estudaram o efeito da deficiência nutricional na produção

e qualidade do óleo essencial da citronela de java (*Cymbopogon winterianus*) e da menta (*Mentha arvensis*), respectivamente. Observaram que a omissão de N e de K foram as que mais reduziram a produção de óleo essencial nessas espécies.

Para as espécies de eucalipto há carência de informações científicas sobre o assunto, o que é confirmado por Coppen (1995), que cita dentre várias demandas de estudo para espécies do gênero, as seguintes necessidades: avaliação dos efeitos da adubação sobre a produção de folhas e de óleo; estudos sobre o empobrecimento do solo devido à contínua remoção de folhas e a ciclagem de nutrientes no sistema.

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo determinar a influência da omissão dos macronutrientes e boro na solução nutritiva sobre a concentração dos nutrientes nas folhas, crescimento das plantas, produção e a qualidade do óleo essencial de *E. citriodora*.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante os três primeiros meses após o plantio, plantas de *E. citriodora* foram cultivadas em solução nutritiva, contendo todos os macro e micronutrientes essenciais ao crescimento vegetal. O início do cultivo das plantas em soluções deficientes deu-se aos 4 meses de idade, estendendo-se até aos 11 meses. Durante esse período, as plantas foram submetidas a tratamentos contendo soluções nutritivas com omissão de N, P, K, Ca, Mg, S e B. As soluções nutritivas usadas no experimento estão descritas na Tabela 1.

O corte das plantas foi realizado aos 11 meses de idade, ocasião esta em que foram realizadas as mensurações de altura e diâmetro. Logo após, as árvores foram desramadas

e as folhas pesadas para avaliação da biomassa foliar. Em seguida, foram armazenadas em “freezer” para posterior destilação do óleo essencial. Para a avaliação do estado nutricional foi retirada uma amostra de 10 gramas de folhas de cada tratamento, as quais foram colocadas em estufa a $70 \pm 5^\circ\text{C}$, com circulação forçada, até atingir peso constante. Com base nas amostras foi possível calcular o teor de umidade das folhas, permitindo avaliar a produção de folhas secas.

A destilação foi conduzida em condições laboratoriais mediante adoção do processo de arraste do óleo com vapor d'água. Em cada destilação foram usadas 50 gramas de folhas e 2 litros de água destilada, sendo o processo

Tabela 1. Composição química das soluções nutritivas utilizadas no experimento (Sarruge, 1975).

(Chemical composition of the nutritive solutions used in the experiment (Sarruge, 1975)).

Soluções	Tratamentos (m L ⁻¹)							
	Completo	Omissão						
		de N	de P	de K	de Ca	de Mg	de S	de B
KH ₂ PO ₄ (M*)	1	1	—	—	1	1	1	1
KNO ₃ (M)	5	—	5	—	5	5	5	5
Ca(NO ₃) ₂ (M)	5	—	5	5	—	5	5	5
MgSO ₄ (M)	2	2	2	2	2	—	—	2
KCl (M)	—	5	1	—	—	—	—	—
CaCl ₂ (M)	—	5	—	—	—	—	—	—
NH ₄ H ₂ PO ₄ (M)	—	—	—	1	—	—	—	—
NH ₄ NO ₃ (M)	—	—	—	2	5	—	—	—
Na ₂ SO ₄ (M)	—	—	—	—	—	2	—	—
MgCl ₂ (M)	—	—	—	—	—	—	2	—
Micronutrientes**	1	1	1	1	1	1	1	—
Micronutrientes-B	—	—	—	—	—	—	—	1
Fe-EDTA***	1	1	1	1	1	1	1	1

*Solução 1 molar

**Composição de solução de micronutrientes (g L⁻¹): H₃BO₃-2,86; MnCl₂·4H₂O-1,81; ZnCl₂-0,10; CuCl₂-0,04; H₂MoO₄-0,02

***Dissolver 26,1g de EDTA-dissódico em 286 ml de NaOH N, misturar com 24,9g de FeSO₄·7H₂O. Arejar por uma noite e completar um litro

conduzido pelo período de uma hora a partir do início da fervura da água. Terminada a extração o óleo foi retirado e pesado para cálculo de rendimento, sendo armazenado em freezer para posterior análise cromatográfica.

Foram calculados o “rendimento percentual” correspondente à expressão percentual da quantidade do óleo obtida da massa de folha submetida à destilação e o “rendimento por árvore” correspondente à massa total de óleo obtida a partir da massa total de folha por planta.

A composição química do óleo essencial foi obtida mediante cromatografia gasosa conduzida em equipamento Hewlett Packard 5890 series II, utilizando-se coluna HP-20M

(Carbowax 20M) e hélio como gás de arraste. Foi quantificado o teor de citronelal, principal componente do óleo essencial de *E. citriodora*.

Amostras moídas e secas foram submetidas a digestões nitro-perclórica e sulfúrica para a obtenção dos extratos, visando a determinação dos macro e micronutrientes, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). A determinação do teor de P foi realizada pelo método da colorimetria de molibdato-vanadato; K por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrometria de absorção atômica; S por turbidimetria de suspensão de sulfato de bário; B por colorimetria de azometina. As determinações de nitrogênio foram feitas através do método micro Kjeldahl.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Somente nas omissões de N, K e B foram visualizados sintomas de carência nutricional. Na falta de nitrogênio, inicialmente as folhas mais velhas apresentavam uma coloração verde-clara, que com o passar do tempo progredia para um amarelecimento generalizado, proporcionando rápida senescência das folhas. Segundo Jones (1966), este sintoma deve-se ao decréscimo no teor de clorofila. Os sintomas visuais de carência de potássio caracterizaram-se por uma leve clorose marginal das folhas mais velhas. Os sintomas visuais de deficiência de boro foram: formação de protuberância na inserção das folhas com os ramos, folhas novas encarquilhadas, coriáceas e com clorose marginal. No estágio mais avançado ocorreu morte dos meristemas apicais com posterior seca do ponteiro.

A ausência de P, Ca, Mg e S na solução nutritiva não causou sintomas visuais de deficiência desses macronutrientes. O cultivo das

plantas em solução completa durante os três meses iniciais forneceu quantidade suficiente de P, Ca, Mg e S para atender à demanda até a idade de 11 meses.

Observou-se que os tratamentos em que se omitiu N, Ca, Mg, S e B apresentaram menor crescimento em altura quando comparado a solução completa (Tabela 2). Silveira et al. (1996a) também constataram que a omissão de nitrogênio e boro foram as que mais limitaram o crescimento de híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*.

A redução de altura na carência de B e Ca deve-se ao fato desses nutrientes atuarem no crescimento meristemático das plantas (Marschner, 1995; Malavolta et al. 1997). As plantas de *E. citriodora* deficientes, principalmente em boro, apresentaram morte das gemas apicais, com posterior brotação das gemas axilares, resultando na paralização do crescimento em altura. Em relação ao diâmetro, ve-

Tabela 2. Altura, diâmetro do caule e biomassa foliar das plantas de *Eucalyptus citriodora* aos 11 meses de idade em função dos tratamentos.

(Height, stem diameter and leaf biomass of the *Eucalyptus citriodora* plants eleven months old as affected by the treatments).

Tratamento	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Folhas (g planta ⁻¹)	
			"verde"	seca
Completo	3,11 a*	4,34 a*	230,22 a*	92,92 a*
Omissão de N	2,12 cd	3,40 b	122,30 bc	49,51 bc
Omissão de P	2,87 ab	4,50 a	234,85 a	102,93 a
Omissão de K	2,78 ab	4,30 a	231,20 a	102,67 a
Omissão de Ca	2,56 b	4,10 ab	196,48 ab	81,58 ab
Omissão de Mg	2,62 b	4,00 ab	264,18 a	108,21 a
Omissão de S	2,50 bc	4,25 a	217,00 a	85,39 ab
Omissão de B	2,04 d	3,92 ab	72,23 c	34,20 c
Teste F	14,31	4,26	15,15	10,85
DMS (0,05)	0,44	0,77	75,96	37,01
CV (%)	7,91	8,76	17,80	20,71

* Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

rificou-se redução significativa de crescimento apenas na omissão de N (Tabela 2). Para a produção de folhas, o comportamento dos tratamentos foi semelhante ao obtido para o crescimento em altura, onde a carência de N e B diminuiu drasticamente a biomassa foliar.

A redução do crescimento proporcionada pela deficiência de nitrogênio é resultado das funções que o nutriente desempenha na planta. Normalmente, o N é o nutriente mais exigido pelas culturas, uma vez que atua como estrutural nas moléculas dos aminoácidos, proteínas, enzimas, pigmentos e produtos secundários (Marschner, 1995; Malavolta et al. 1997). Além disso, o nitrogênio estimula o crescimento vegetativo, sendo que em casos de baixo suprimento ocorre redução na produção de folhas (tamanho e número), conforme verificado no presente estudo. Analisando-se ainda a Tabela 2, nota-se que a ausência de Mg na solução reduziu o crescimento em altura, porém sem afetar a produção de folhas.

As concentrações foliares de N, P, Mg, S e B obtidas em todos os tratamentos estavam abaixo da faixa proposta como adequada para o gênero *Eucalyptus* por Malavolta (1987) e para *E. maculata* por Dell e Robinson (1993). Nos tratamentos com omissão de K e Ca as concentrações situaram-se dentro da faixa proposta como adequada por Malavolta (1987). Nota-se que as maiores concentrações foliares de K ocorreram quando o magnésio estava ausente na solução. Isto ocorre, porque, esses macronutrientes competem pelo mesmo sítio de absorção (Malavolta et al. 1997). A omissão de boro na solução resultou em uma maior concentração de N, P, Ca e S nas folhas, provavelmente devido ao menor crescimento das plantas, o que acabou resultando num menor efeito de diluição dos nutrientes (Tabela 3).

Verificou-se que a concentração de Cu, Fe e Zn nas folhas foram mais elevadas nas plantas cultivadas na ausência de boro. O mesmo não ocorreu em relação às concentrações

Tabela 3. Concentração dos macronutrientes nas folhas de *E. citriodora*, aos 11 meses de idade, em função dos tratamentos.

(Macronutrients concentration in the leaves of *E. citriodora* eleven months old as affected by the treatments).

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	10,07abc	1,29bc	13,00b	5,41bc	2,58b	0,87abc
Omissão de N	7,84c	1,36bc	18,93a	7,33b	2,27b	0,73bc
Omissão de P	8,46bc	0,42d	11,96b	5,92bc	2,42b	0,68bc
Omissão de K	9,75bc	1,02c	3,40c	6,46b	3,54a	0,95ab
Omissão de Ca	11,64ab	1,53ab	14,99ab	3,51c	2,69b	0,90ab
Omissão de Mg	9,06bc	1,26bc	15,92ab	5,26bc	1,30c	0,66bc
Omissão de S	9,43bc	1,25bc	11,75b	6,73b	2,81b	0,53c
Omissão de B	13,25a	1,86a	13,17b	10,37a	2,88ab	1,12a
Teste F	5,19**	13,41**	18,97**	10,23**	17,84**	5,53**
DMS (0,05)	3,47	0,50	4,99	2,81	0,72	0,36
CV (%)	16,26	18,37	17,87	20,77	13,16	20,49
Faixas adequadas por Malavolta (1987) ¹	14-16	1,0-1,2	10-12	8-12	4-5	1,5-2,0
Faixas adequadas por Dell & Robinson (1993) ²	14-24	1,4-2,3	8-17	2,2-6,0	1,8-3,0	-

** Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; 1 – para o gênero *Eucalyptus*; 2 – para *E. maculata*.

foliares de Mn, uma vez que não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 4). Em todos os tratamentos, exceto na omissão de boro, ocorreram baixas concentrações de Cu, podendo estas serem consideradas deficientes com base em Malavolta (1987) e Dell e Robinson (1993). As concentrações de Fe nas folhas para todos os tratamentos foi considerada acima da faixa adequada (Malavolta, 1987; Dell e Robinson, 1993). Em relação ao Mn, as concentrações obtidas para todos os tratamentos estavam dentro da faixa adequada. As concentrações foliares de Zn foram consideradas adequadas com base em Malavolta (1987), exceto na omissão de boro, cujos os valores foram em torno de duas vezes maiores que dos demais tratamentos (Tabela 4).

Os rendimentos de óleo obtidos para todos os tratamentos situaram-se próximos dos valores encontrados por Braga (1971), os quais variaram de 1,0 a 1,5% (Tabela 5). Este autor

relata ainda que o óleo de *E. citriodora* tem na sua composição, de 65 a 85% de citronelal. No caso do presente trabalho, verificou-se que apenas na omissão de K e B, os valores estiveram abaixo de 65% de citronelal. Maffei et al. (1996) também verificaram menor rendimento de óleo essencial nas plantas de *E. citriodora* que cresciam na ausência de boro quando comparadas com as cultivadas em níveis normais de boro na solução nutritiva.

Verificou-se que os rendimentos percentuais e o teor de citronelal no óleo não foram afetados significativamente pelos tratamentos nutricionais. Por outro lado, no caso do rendimento por árvore foram constatadas diferenças, pois a quantidade de óleo produzida estava fortemente relacionada com a produção de folhas. As menores quantidades de óleo por planta foram observadas na omissão de nitrogênio e boro, fato este devido a uma drástica redução na produção de folhas. Além da me-

Tabela 4. Concentração dos micronutrientes nas folhas de *E. citriodora*, aos 11 meses de idade, em função dos tratamentos.

(Micronutrients concentration in the leaves of *E. citriodora* eleven months old as affected by the treatments).

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg kg ⁻¹)				
Completo	36,75a	2,00b	223,20b	204,20a	60,10b
Omissão de N	41,45a	2,20b	293,00b	366,20a	49,40b
Omissão de P	32,97a	1,87b	266,00b	254,63a	75,13b
Omissão de K	39,23a	1,40b	308,60b	237,70a	78,00b
Omissão de Ca	40,66a	1,70b	220,50b	235,20a	54,00b
Omissão de Mg	43,41a	1,20b	347,70b	222,60a	59,80b
Omissão de S	38,12a	2,25b	283,50b	267,75a	71,75b
Omissão de B	40,73a	6,25 ^a	628,00a	279,00a	125,25a
Teste F	1,01**	14,70**	4,82**	1,80**	8,83**
DMS (0,05)	14,58	1,85	262,67	178,21	35,85
CV (%)	17,19	37,74	38,59	32,05	23,69
Faixas adequadas por Malavolta (1987) ¹	40-50	8-10	150-200	100-600	40-60
Faixas adequadas por Dell & Robinson (1993) ²	40-70	6-12	40-50	20-250	-

** Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância;

1 – gênero *Eucalyptus*; 2– para *E. maculata*.

nor biomassa foliar obtida nesses tratamentos, outro aspecto que pode ter afetado a produção de óleo é a influência que essas deficiências exercem na quantidade de glândulas, conforme verificado por Moura et al. (1998). Esses autores ao analisarem folhas de *E. citriodora* deficientes em macronutrientes e boro, observaram que as deficiências de boro e nitrogênio foram as que mais reduziram o número de glândulas por cm² de limbo foliar quando comparadas ao tratamento completo. A redução na quantidade de glândulas na carência de boro e nitrogênio foram de 5 e 2,5 vezes, respectivamente, em relação ao tratamento completo.

Ainda em relação ao N, os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados por Kothari et al. (1987), que observaram um efeito positivo da aplicação desse macronutriente sobre a produção de folhas em *Mentha arvensis*. Maia (1998) também encontrou resposta positiva na quantidade de óleo produzida (aumento de 93%) quando se aumentou a concentração de N na solução nutritiva de 105 mg L⁻¹ para 420 mg L⁻¹. Mahdi et al. (1987) verificaram re-

sultados similares em relação ao N em *E. torquata* e *E. angulosa*, onde a aplicação proporcionou maior altura das árvores, número de brotos e maior conteúdo de óleo essencial. A omissão de N na solução foi uma das que mais reduziu a produção de óleo em java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt), juntamente com a omissão de K (Junqueira, 1993). Portanto, estudos futuros para verificarem os efeitos das doses de N na produção de folhas, na quantidade e composição de óleo essencial de *E. citriodora* são de extrema importância, visando-se obter curvas de resposta, com a otimização da adubação nitrogenada em condições de campo.

O efeito depressivo da carência de boro na produção de folhas conforme verificado no presente estudo, também já foi constatado por Silveira (1996b) em *E. citriodora*.

Apesar de não ter havido diferença significativa, verificou-se que as plantas cultivadas na omissão de Mg apresentaram maior produção de óleo, e conseqüentemente de citronelal, em relação ao tratamento completo (Tabela 5). Tal

Tabela 5. Rendimento percentual, teor e quantidade de citronelal e de óleo de *E. citriodora*, em função dos tratamentos.

(Percentile yield, concentration and total amount by plant of citronellal and *E. citriodora* oil in function of the treatments).

Tratamentos	Rendimento percentual	Teor de Citronelal	Quantidade de óleo	Quantidade de citronelal
	(%)	(%)	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)
Completo	1,42 a	71,2 a	3,24 a	2,24 ab
Omissão de N	1,03 a	69,0 a	1,29 bc	0,88 bc
Omissão de P	1,38 a	70,1 a	3,03 ab	2,03 ab
Omissão de K	1,29 a	51,7 a	2,97 ab	1,59 abc
Omissão de Ca	1,41 a	72,9 a	2,84 abc	1,93 ab
Omissão de Mg	1,67 a	71,0 a	4,34 a	3,12 a
Omissão de S	1,01 a	74,4 a	2,09 abc	1,59 abc
Omissão de B	0,92 a	60,5 a	0,56 c	0,35 c
Teste F	1,37 ^{n.s.}	1,95 ^{n.s.}	5,66**	6,28**
DMS (0,05)	1,0	25,7	2,33	1,58
CV (%)	37,1	18,0	42,4	42,7

** significativo a 1 % de probabilidade; n.s. – não significativo.

Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

fato, também ocorreu quando plantas de java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) foram cultivadas em solução nutritiva carente nesse macronutriente (Junqueira, 1993).

Analisando-se de forma conjunta os dados de concentração de macro e micronutrientes nas folhas em relação à produção de óleo, independente dos tratamentos, pode-se estimar equações que são apresentadas nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5. Verificou-se que a produção de citronelal diminuiu com o aumento da concentração de Ca (Figura 1) e de Mg nas folhas (Figura 2). Maiores quantidades de citronelal foram obtidas em plantas com concentrações de Ca e Mg nas faixas de 3 a 4 g kg⁻¹ e 1,5 a 2,0 g kg⁻¹, respectivamente. O potássio foi o único nutriente que teve efeito sobre a composição do óleo em relação ao percentual de citronelal (Figura 3). Verificaram-se aumentos do teor de citronelal à medida que se aumentavam as

concentrações de K nas folhas. Não se encontrou referência na literatura que explicasse o motivo pelo qual plantas com menores teores de K apresentam redução no teor de citronelal. Uma das hipóteses sugeridas seria que o K ativa aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (Mengel e Kirkby, 1978; Marschner, 1995 e Malavolta et al. 1997). Neste caso, o potássio deve estar envolvido na síntese de compostos aromáticos, sendo que, em condições de deficiência podem ocorrer desvios nas rotas metabólicas destes compostos, alterando consequentemente a composição dos óleos. Em relação à qualidade do óleo, resultados semelhantes foram encontrados por Junqueira (1993), quando cultivou citronela de java (*Cymbopogon winterianus*) na ausência de K na solução. A redução do teor de citronelal no óleo foi de 27%.

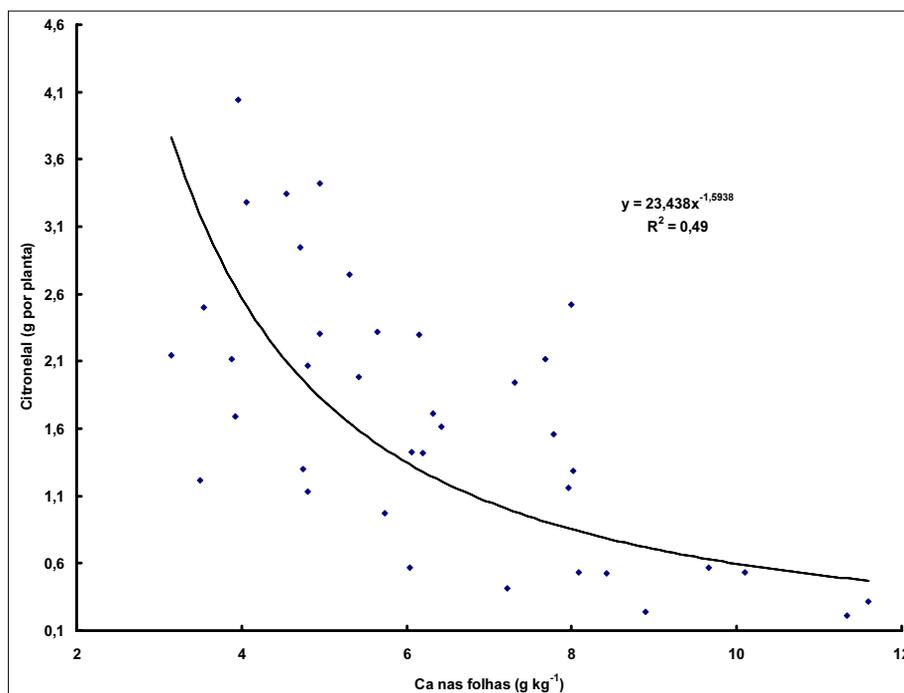


Figura 1. Relação entre a concentração de Ca nas folhas e a produção de citronelal em *E. citriodora*.

(Relationship between the concentration of Ca in the leaves and the citronellal production in *E. citriodora*).

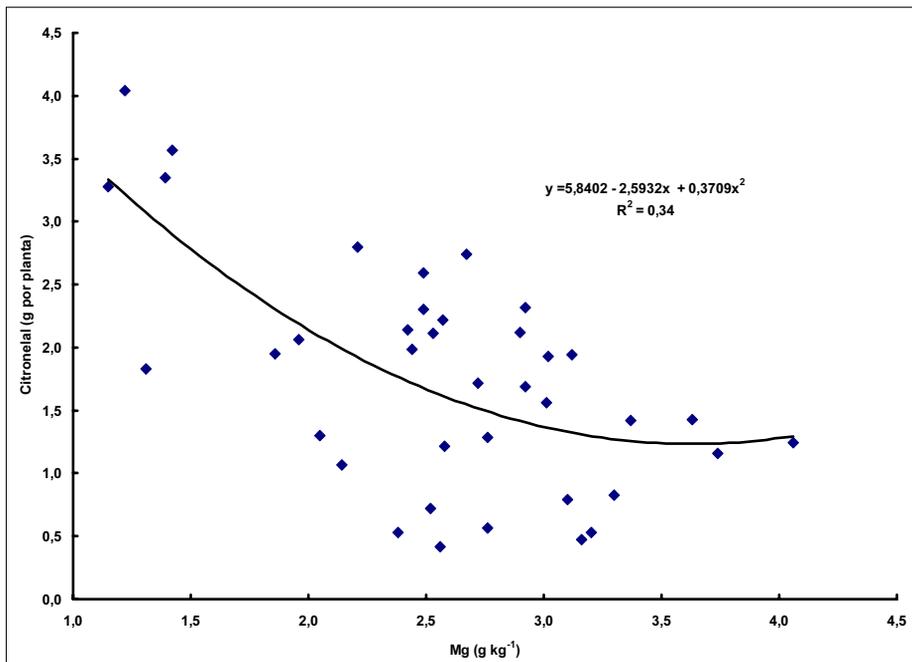


Figura 2. Relação entre a produção de citronelal e a concentração de Mg nas folhas de *E. citriodora*.

(Relationship between the citronellal production and the concentration of Mg in the leaves of *E. citriodora*).

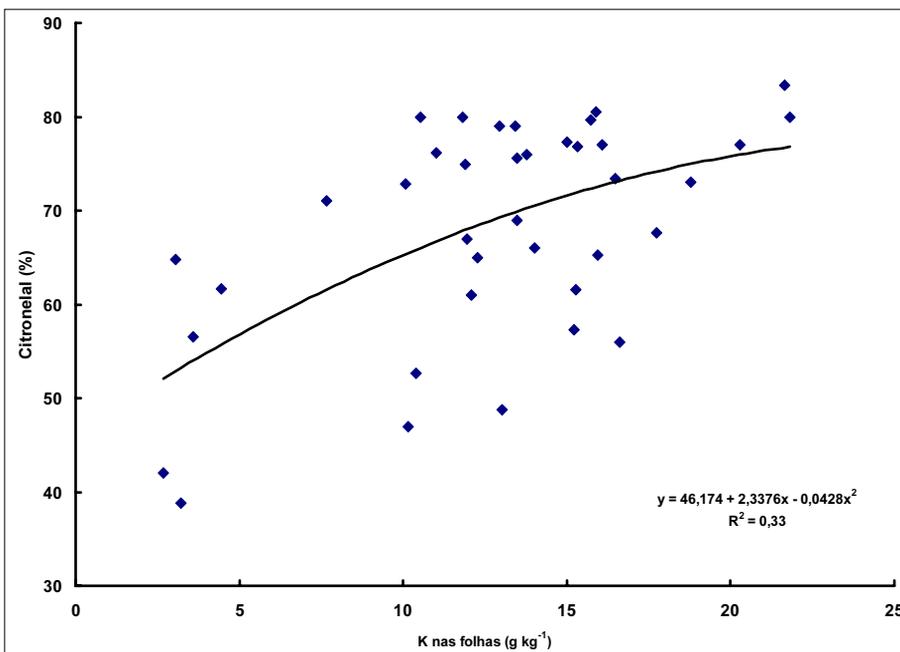


Figura 3. Relação entre a concentração de potássio nas folhas e o teor de citronelal no óleo de *E. citriodora*.

(Relationship between the potassium concentration in the leaves and the citronellal content in the oil of *E. citriodora*).

A relação K/Ca influenciou a qualidade do óleo. O máximo teor de citronelal foi obtido quando a relação K/Ca nas folhas era de 3,7 (Figura 4). Comportamento similar ocorreu para

a relação K/Mg, onde razões menores que 2, proporcionaram baixo teor de citronelal no óleo (Figura 5).

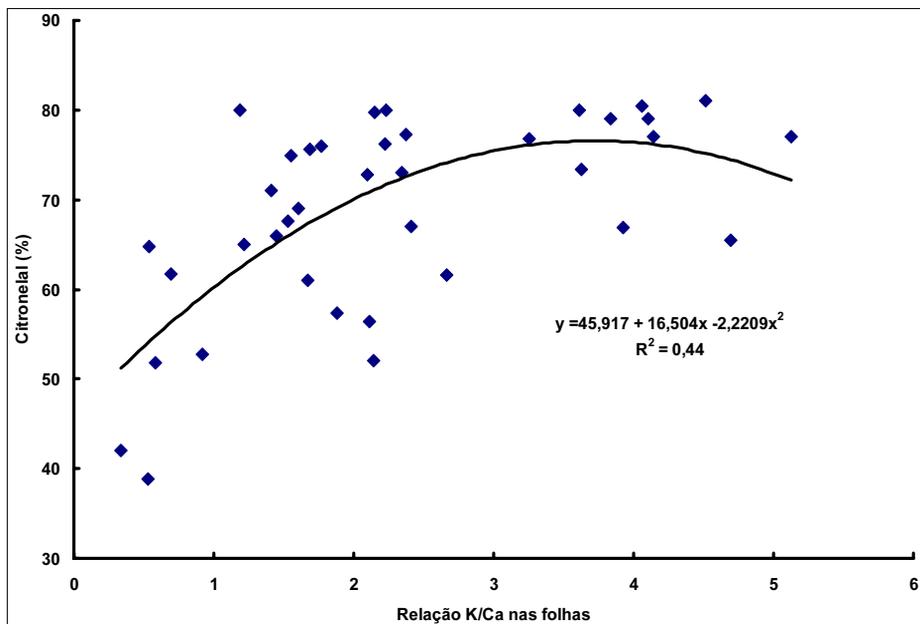


Figura 4. Teor de citronelal em função da relação K/Ca nas folhas de *E. citriodora*.

(Citronellal content in function of the relationship K/Ca in the leaves of *E. citriodora*)

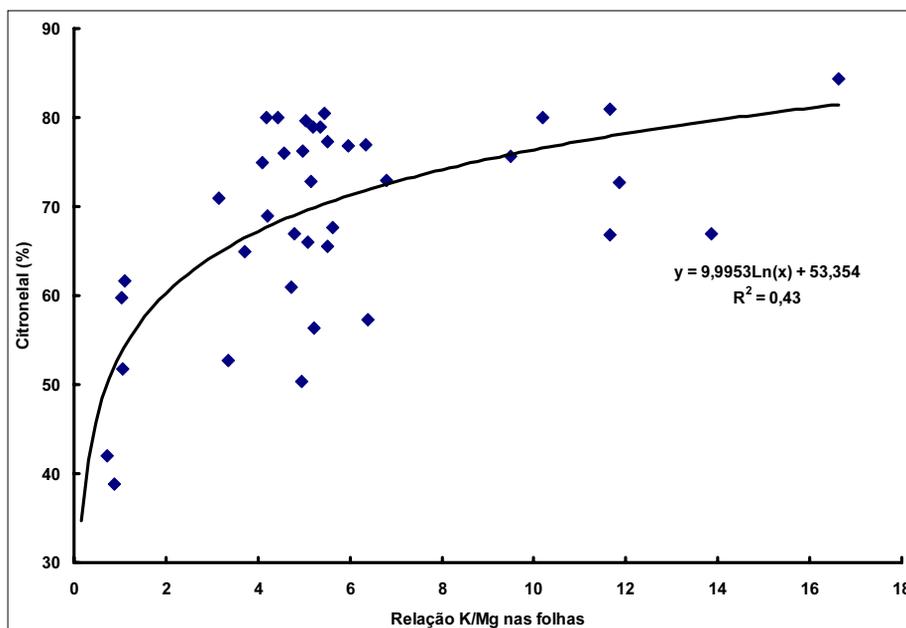


Figura 5. Teor de citronelal em função da relação K/Mg nas folhas de *E. citriodora*.

(Citronellal content in function of the relationship K/Mg in the leaves of *E. citriodora*).

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem as seguintes conclusões:

- A omissão de N, Ca, Mg, S e B reduziu o crescimento em altura das plantas, enquanto que a ausência de N afetou o crescimento em diâmetro;

- A omissão de N e B comprometeram a produção de folhas, resultando numa menor produtividade de óleo por planta;

- O rendimento percentual de óleo essencial e a porcentagem de citronelal não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos;

- Independente dos tratamentos, o teor de citronelal sofreu influencia da concentração de K, relação K/Ca e K/Mg nas folhas;

- Na ausência de potássio e boro, o teor de citronelal no óleo não atingiu valores superiores a 70%.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

ANDRÉIA RENATA MAFFEIS é Aluna o Curso de Engenharia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ / USP. E-mail: armaffeis@carpa.ciagri.usp.br

RONALDO LUIZ VAZ DE ARRUDA SILVEIRA é Consultor do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF/ESALQ/USP – Caixa Postal 530 – 13400-970 – Piracicaba, SP – E-mail: rivasilv@carpa.ciagri.com.br

JOSÉ OTÁVIO BRITO é Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais da

ESALQ / USP – Caixa Postal 9 – 13400-970 – Piracicaba, SP. E-mail: jotbrito@carpa.ciagri.usp.br

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); ao Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP e aos funcionários de Setor de Química, Celulose e Energia da ESALQ/USP, Maria Regina Buch e Udemilson Luís Ceribelli.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, H.C. **Os óleos essenciais no Brasil: estudo econômico**. Rio de Janeiro: DNPA, 1971. 158p.

COPPEN, J.J.W. **Flavours and fragrances of plant origin: non-wood forest products**. Roma: FAO, 1995. v.1

DELL, B.; MALAJCZUK, N.; GROVE, T.S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts**. Camberra, Australia: Australian Centre for Internacional Agriculture Research, 1995. 104p.

DELL, B.; ROBINSON, J.M. Symptoms of mineral nutrients deficiency and nutrients concentration ranges in seedlings of *Eucalyptus maculata* Hook. **Plant soil**, v.155/156, p.255-261, 1993.

GALANTI, E. **Produção de óleo essencial do *Eucalyptus citriodora* Hoecher, no município de Torrinha, Estado de São Paulo**. Viçosa: UFV, 1987. 50p. (Monografia).

JONES, W.W. Nitrogen. In: CHAPMAN, H.D., ed. **Diagnostic criteria for plants and soils**. Berkeley: University of California Division of Agricultural Science, 1966. p.310-323

JUNQUEIRA Jr., J.U. **Macronutrientes, boro e zinco na citronela de Java: sintomas de deficiências e efeitos na produção e qualidade do óleo essencial**. Piracicaba: 1993. 65p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo

- KOTHARI, S.K.; VIRENDRA, S.; KAMLA, S. Response of Japanese mint (*Mentha arvensis*) to varying levels of nitrogen application in Uttar Pradesh foot hills. **Indian journal of agricultural sciences**, v.57, n.11, p.795-800, 1987.
- MAFFEIS, A.R.; SILVEIRA, R.L.V.A.; BRITO, J.O. Efeito do boro na produção de folhas e rendimento de óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* cultivado em solução nutritiva. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 4; REUNIÃO PAULISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 7; CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESALQ, 10, Piracicaba, 1996. **Resumos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. v.1, p.502.
- MAHDI, M.Z.; ABOU-DAHAB, A.M.; EL-KHATEEB, M.A. Effect of N fertilization on growth and essential oil of *Eucalyptus torquata* e *E. angulosa*. **Acta horticulturae**, v.208, p.73-81, 1987.
- MAIA, N.B. **Nutrição mineral, crescimento e qualidade do óleo essencial da menta (*Mentha arvensis* L.) cultivada em solução nutritiva**. Piracicaba: 1994. 69p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo
- MAIA, N.B. **Produção e qualidade do óleo essencial de duas espécies de menta cultivadas em soluções nutritivas**. Piracicaba: 1998. 105p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo
- MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Editora Ceres, 1987. 495p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 888p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1978. 593p.
- MOURA, L.F.; SGARBI, F.; MAFFEIS, A.R.; SILVEIRA, R.L.V.A.; BRITO, J.O.; KITAJIMA, E.W. Análise de elementos anatômicos em folhas de *Eucalyptus citriodora*, cultivados sob condições de omissão de macronutrientes e boro através da MEV. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 6; REUNIÃO PAULISTA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 9; CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESALQ, 12, Piracicaba, 1998. **Resumos**. Piracicaba, 1998. v.1, p.498.
- SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. **Summa phytopathologica**, v. 1, n.3, p.231-33. 1975.
- SILVEIRA, R.L.V.A. **Crescimento e estado nutricional de *Eucalyptus citriodora* cultivado sob doses de boro e sua relação com a agressividade de *Botryosphaeria ribis***. Piracicaba: 1996b. 100 p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo
- SILVEIRA, R.L.V.A. et al. Sintomas de deficiência de macronutrientes e boro em híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia, 1996. **Anais**. Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996a. (CD ROM).