

EFEITOS DO GESSO E DO BORO NA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE *Eucalyptus citriodora* Hook

Gypsum and Boron effects on production of
Eucalyptus citriodora Hook seedlings

Saionára S. M. de Christo* e Osmar S. dos Santos**

RESUMO

Foi conduzido um experimento com *Eucalyptus citriodora*, em casa de vegetação, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, em 1983. Constituiu-se de um esquema fatorial 3x3 em blocos ao acaso com 10 repetições, onde os tratamentos foram doses de gesso (0,1 e 2 t/ha) e doses de boro (0, 0,05 e 0,10 ppm).

Foi utilizado solo pertencente a Unidade de Mapeamento São Pedro (Podzólico Vermelho Amarelo).

Os parâmetros avaliados foram altura de planta aos 30, 60 e 90 dias de idade, peso de matéria seca da parte aérea aos 90 dias de idade e teores de N, P, K, Ca, S e B na parte aérea da planta.

A aplicação de gesso proporcionou aumento na altura, peso de matéria seca e nos teores de cálcio e enxofre da planta, porém reduziu o teor de potássio.

A aplicação de 0,10 ppm de boro reduziu a altura e a produção de matéria seca da planta, indicando efeito fitotóxico.

Os melhores resultados foram obtidos com a aplicação de 2 t de gesso/ha e 0,05 ppm de boro.

UNITERMOS: gesso, boro, eucalipto, *Eucalyptus citriodora*.

* Engenheiro Florestal, ex-Bolsista de Iniciação à Pesquisa da UFSM, 97.119, Santa Maria, RS.

** Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Professor Titular do Departamento de Fitotecnia da UFSM, 97.119 - Santa Maria, RS.

SUMMARY

A greenhouse experiment was carried out with *Eucalyptus citriodora* in 1983, at Santa Maria, RS. The experimental design was a 3x3 randomized blocs factorial with 10 replications. The treatments were gypsum levels (0,1 and 2 ton/ha) and boron levels (0, 0,05 and 0,10 ppm).

The soils were of the São Pedro mapping unit (red-yellow podzolic).

The traits evaluated were plant height at 30, 60 and 90 days age, dry matter of the aerial parts at 90 days, and N, P, K, Ca, S, and B levels of these parts.

The results demonstrated that gypsum increased plant height, dry matter as well as calcium and sulphur, but decreased potassium levels.

Application of 0,10 ppm of boron decreased plant height and dry matter production by the above ground part of the plant suggesting a fitotoxic effect.

The best results were obtained with the application of 2 ton/ha of gypsum and 0.05 ppm of boron.

KEY WORDS: gypsum, boron, *Eucalyptus citriodora*.

INTRODUÇÃO

O gesso é um sulfato de cálcio obtido como subproduto na fabricação do ácido fosfórico. Destacam-se na sua composição, o enxofre (15% S) e o cálcio (26% Ca) (MALAVOLTA et alii, 1981). A utilização deste produto em culturas agrícolas tem sido pesquisada e recomendada. Em espécies florestais o uso do gesso ainda é restrito devido a falta de informações que levem à sua recomendação.

BRAGA e ROCHA (1982), verificaram que o gesso causou redução dos efeitos dos fosfatos de Araxá e de Patos no eucalipto, provavelmente, por causa do excesso de cálcio liberado para o solo por este material, que pode ter inibido a reação de solubilização dos fosfatos naturais.

MALAVOLTA et alii (1978), cultivando as espécies citriodora, grandis e urophyla, do gênero Eucalyptus, em solução nutritiva com doses crescentes de boro, verificaram que os sintomas de carência apareceram primeiro e foram mais acentuados na espécie citriodora, seguindo-se a grandis e por último urophyla. Quanto a toxidez de boro, a sensibilidade das três espécies obedeceu a ordem inversa.

Já ROCHA FILHO et alii (1978), obtiveram o nível de carência de 8,0 ppm de boro expresso em função de matéria seca de Eucalyptus urophyla, em solução nutritiva. Os sintomas de deficiência de boro se manifestaram primeiramente nas folhas superiores, as quais se tornaram enrrugadas. Em estágio mais avançado, as folhas se tornaram duras, conferindo à planta um aspecto generalizado de murchamento. A principal característica da deficiência foi o atrofiamento do sistema radicular.

Também ROCHA FILHO et alii (1979a), trabalhando com Eucalyptus grandis em solução nutritiva com níveis crescentes de boro, verificaram sintomas de carência nas folhas novas, apresentando concentração de 46 ppm de boro. Concentrações superiores a 100 ppm revelaram sintomas de toxidez e ocorreram em folhas jovens e maduras. A concentração crítica de boro nas folhas jovens foi em torno de 61 ppm.

ROCHA FILHO et alii (1979b), concluíram que as doses de 2 a 4 ppm de boro adicionadas ao solo provocaram acúmulo desse nutriente nas folhas em níveis considerados tóxicos, em Eucalyptus grandis.

Ainda ROCHA FILHO et alii (1979c), trabalhando com Eucalyptus grandis, observaram que a adição de 2 e 4 ppm de boro ao solo, provocou efeitos de interação com calagem, fósforo e zinco, ocasionando alterações no crescimento em altura das plantas.

CARVALHO et alii (1980), observaram sintomas de deficiência de boro em Eucalyptus saligna em condições de campo. Em plantas jovens ocorreu morte generalizada de ponteiros, ramificações excessivas e menor porte das plantas. O aspecto geral tendia para uma coloração vermelho-bronzeada. Sintomas de toxidez também foram observados, caracterizando-se pelo aparecimento de queimaduras e pequeno atraso no desen-

volvimento das plantas. Os sintomas de toxidez desapareceram com o crescimento.

NOVELINO et alii (1982), testando cinco níveis de boro com quatro espécies de eucalipto, em solução nutritiva, encontraram uma interação entre espécie e nível de boro, sendo que para Eucalyptus citriodora a produção máxima de matéria seca estava associada a cerca de 0,10 ppm de boro na solução.

O presente trabalho tem por objetivos avaliar os efeitos do gesso e do boro no crescimento, produção de matéria seca e teores de nutrientes na parte aérea de mudas de eucalypto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. O solo usado pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro (Podzólico Vermelho Amarelo), do qual foi tomada amostra para análise no IBRA - Análises Químicas, seguindo os métodos propostos por RAIJ et alii (1987). As parcelas foram constituídas de sacos plásticos com capacidade de 2,5 kg de solo, colocados dentro de vasos de porcelana.

Adotou-se o delineamento fatorial 3x3 em blocos ao acaso com 10 repetições, sendo os tratamentos constituídos por doses de gesso e de boro.

Cada saco plástico recebeu adubação uniforme NPK (6-14-3) com uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. As dosagens de gesso para os tratamentos foram 0,1 e 2 t/ha e as dosagens de boro foram 0, 0,05 e 0,10 ppm.

No dia 04 de agosto de 1983 foi feita a semeadura direta nos sacos plásticos, com cinco sementes de Eucalyptus citriodora em cada um. Cerca de 45 dias após a semeadura foi feito desbaste, deixando-se uma planta por saco plástico. A partir do desbaste, aos 30, 60 e 90 dias de idade foram realizadas medições de altura de planta.

Aos 90 dias de idade foi realizado o corte das plantas rente ao solo. Após o corte, a parte aérea das plantas foi secada em estufa a

65° C e determinado o peso de matéria seca, a partir da qual foram analisados os teores de N, P, K, Ca, S e B, no IBRA-Análises Químicas, seguindo os métodos descritos por BATAGLIA et alii (1983). Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística e as médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise do solo foram 19,8% argila, 1,1% M.O., pH = 5,0; CTC=10,7, Ca = 3,2, Mg = 2,5 e Al = 0,9 meq/100 ml de solo; P = 11,9, K = 62, S = 5,8, Mn = 31,2, Fe = 29,7, Zn = 2,0, Cu = 1,0 e B = 0,01 ppm.

Trata-se de um solo de textura arenosa, pobre em matéria orgânica. Apresenta teor razoável de cálcio, podendo ser considerado pobre em enxofre e boro.

Os dados apresentados na Tabela 1 referem-se às alturas médias aos 30, 60 e 90 dias de idade e ao peso de matéria seca aos 90 dias de idade de plantas de Eucalyptus citriodora.

Ao ser analisado o caráter altura de plantas, aos 30 e 60 dias de idade não se observou diferenças estatísticas tanto para doses de gesso e de boro como na interação gesso x boro. Nestas duas idades foram encontrados altos coeficientes de variação (maiores do que 60%), que indicam grandes variações nas repetições de cada tratamento. Esta variação na altura das plantas se deve à alogamia característica da espécie.

Aos 90 dias de idade, as alturas das plantas não diferiram estatisticamente quando foram aplicadas diferentes doses de gesso (0, 1 e 2 t/ha).

Também os tratamentos 0 e 0,05 ppm de boro não causaram diferenças na altura das plantas. No entanto, quando foi aplicado 0,10 ppm de boro, houve redução na altura, indicando efeito fitotóxico. Aos dados encontrados foi ajustada a equação $\hat{A} = 26,320 + 106,383333B - 705,500000B^2$, estimando-se a dose ótima 0,075 ppm de boro.

TABELA 1 - Altura média aos 30, 60 e 90 dias de idade e peso de matéria seca aos 90 dias de idade de plantas de *Eucalyptus citriodora* cultivadas em casa de vegetação. Santa Maria, UFSM, 1983. (1)

Doses de Gesso (t/ha)	Doses de Boro (ppm)	Altura da planta			Matéria seca (g/vaso)
		30 dias	60 dias	90 dias	
0	0	3,0	12,5	28,1 a	2,79 a
	0,05	2,8	11,7	28,2 a	2,71 a
	0,10	1,8	5,1	11,6 b	0,51 b
1	0	3,3	13,5	28,4	2,75
	0,05	2,9	11,0	25,8	2,39
	0,10	2,6	9,6	22,0	2,38
2	0	2,7	10,3	22,4 b	2,29 b
	0,05	4,5	18,6	35,7 a	4,17 a
	0,10	2,7	18,9	27,2 b	2,87 b
0	..	2,5	9,8	22,6	2,00 b
1	..	2,9	11,4	25,4	2,50 ab
2	..	3,3	16,0	27,5	3,11 a
.	0	3,0	12,1	26,3 a	2,61 ab
.	0,05	3,4	13,8	29,9 a	3,09 a
.	0,10	2,4	11,2	19,4 b	1,92 b
.	..	2,9	12,4	25,2	2,54
C.V. (%)		60,5	84,8	43,8	54,3

(1) Em cada série de médias, os valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de $P < 0,05$.

Aos 90 dias de idade, na análise do caráter altura das plantas, a interação gesso x boro foi significativa ($p < 0,05$). O desdobramento da interação permitiu verificar que não ocorreram diferenças estatísticas entre as doses de 0 e 0,05 ppm de boro, na ausência de gesso, mas quando foi aplicado 0,10 ppm de boro houve redução da altura das plantas o que indica efeito fitotóxico. Com a aplicação de 1 t de gesso/ha, as alturas das plantas devidas as doses de boro não diferiram estatisticamente entre si.

A maior altura ocorreu quando foram aplicadas 2t de gesso/ha associada a 0,05 ppm de boro, superior, estatisticamente aos tratamentos com 0 e 0,10 ppm de boro, evidenciando interação positiva.

Na análise do caráter matéria seca, quando foi aplicado gesso, em média a dose 2 t/ha apresentou os melhores resultados, superando as

demais (Tabela 1). Aos dados encontrados foi ajustada a equação $\hat{M}s = 1,9866 + 0,553830 G$. Este modelo de equação sugere que o peso de matéria seca continuaria aumentando com a aplicação de maiores doses de gesso.

Na aplicação de boro, a dose 0,10 ppm evidenciou efeito fitotóxico constatado pelo baixo peso de matéria seca, concordando parcialmente com NOVELINO et alii (1982), que obteve a produção máxima de matéria seca para Eucalyptus citriodora com cerca de 0,10 ppm de boro em solução nutritiva. Deve-se salientar que, no presente estudo, a adição de 0,10 ppm aumenta o teor de boro no solo, fato que não acontece na solução nutritiva. Logo o tratamento com 0,10 ppm de boro deve ter proporcionado à planta quantidade maior do que a aplicada.

Aos dados encontrados foi ajustada a equação $\hat{M}s = 2,6093 + 13,033333B - 82,333333B^2$, estimando-se a dose ótima 0,079 ppm de boro.

Na análise do caráter matéria seca, a interação gesso x boro foi significativa ($p < 0,05$). O desdobramento da interação evidenciou que, na ausência de gesso, houve acentuada redução na produção de matéria seca com a aplicação 0,10 ppm de boro, porém não se verificou sintomas característicos de toxidez, talvez por ser uma espécie com menor sensibilidade ao excesso de boro (MALAVOLTA et alii, 1978). Com a aplicação de 1 t de gesso/ha não houve diferença significativa entre as doses de boro. O maior peso de matéria seca foi obtido quando foram aplicadas 2 t de gesso/ha e 0,05 ppm de boro, correspondendo ao mesmo tratamento que proporcionou a maior altura de planta aos 90 dias de idade.

Os dados referentes aos teores médios de N, P, K, Ca, S e B na parte aérea das plantas de Eucalyptus citriodora aos 90 dias de idade, encontra-se na Figura 1.

Os teores de nitrogênio e de fósforo, na parte aérea das plantas, não mostraram diferenças significativas tanto para as doses de gesso e de boro como para a interação gesso x boro (Figura 1).

Com a aplicação de gesso, houve redução no teor de potássio na parte aérea das plantas. Segundo QUAGGIO et alii (1982), o gesso causa

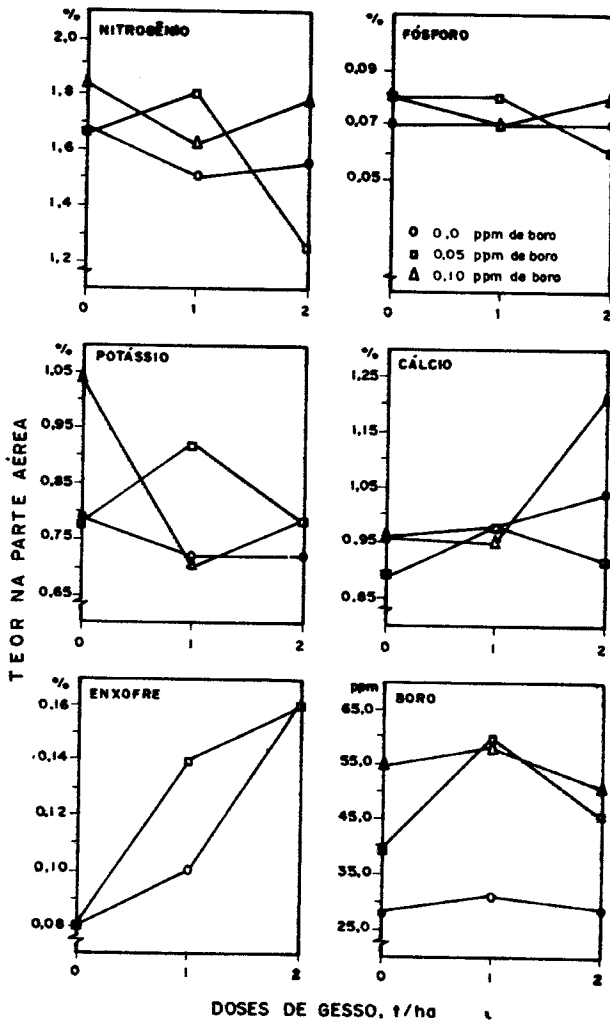


FIGURA 1 - Efeitos de doses de gesso e de boro nos teores de nutrientes da parte aérea de plantas de *Eucalyptus citriodora* aos 90 dias de idade. UFSM, Santa Maria, RS, 1983.

lixiviação do potássio para as camadas mais profundas do solo, diminuindo sua disponibilidade, fato que poderia explicar a redução do teor de potássio constatado.

A aplicação de boro proporcionou aumento do teor de potássio na parte aérea das plantas. Este efeito do boro é indicado por MALAVOLTA (1979), em estudo de nutrição de laranjeiras. Aos dados encontrados foi ajustada a equação $\hat{K} = 0,7444 + 1,694444B - 8,500000B^2$ e a dose que ocasionou o teor máximo de potássio na planta foi estimada em 0,09 ppm de boro.

A aplicação de gesso proporcionou aumento do teor de cálcio na parte aérea das plantas, confirmando o gesso como fonte de cálcio para as plantas, conforme MALAVOLTA et alii (1981). Este comportamento pode ser evidenciado pela correlação positiva significativa ($p < 0,01$) entre doses de gesso e teor de cálcio, $r = 0,4984$. Aos dados foi ajustada a equação $\hat{Ca} = 0,9128 + 0,068970G$ a qual indica que o teor de cálcio na planta aumentaria com o uso de dose maior de gesso.

Com a aplicação de boro ocorreu redução do teor de cálcio na parte aérea das plantas, comportamento também indicado por MALAVOLTA (1979). Porém, quando foi aplicada a dose 0,10 ppm de boro, houve aumento do teor de cálcio na parte aérea das plantas, provavelmente por causa da menor produção de matéria seca, havendo um efeito de concentração do nutriente. Aos dados encontrados foi ajustada a equação $\hat{Ca} = 0,9933 - 1,713889B + 10,694444B^2$, estimando-se a dose que ocasionou o teor mínimo de cálcio na planta em 0,080 ppm de boro.

A interação gesso x boro foi significativa ($p < 0,05$) para o teor de cálcio, ocorrendo diferenças estatísticas apenas quando foram aplicadas 2 t de gesso/ha. O maior teor de cálcio encontrado na parte aérea das plantas foi obtido com a aplicação de 2 t de gesso/ha associada a 0,10 ppm de boro, provavelmente também, por efeito de concentração do cálcio devido a menor produção de matéria seca desse tratamento (Figura 1).

O teor de enxofre na parte aérea das plantas não apresentou diferença estatística com a aplicação das doses de boro e a interação

gesso x boro não foi significativa. A aplicação de gesso, no entanto, proporcionou aumento do teor de enxofre na parte aérea das plantas. Esse comportamento confirma o gesso como fonte de enxofre para as plantas. Verificou-se correlação positiva ($p < 0,01$) entre doses de gesso e teor de enxofre, $r = 0,7606$. Aos dados encontrados foi ajustada a equação $\hat{S} = 0,0826 + 0,035130G$, indicando que maior dose de gesso aumentaria o teor de enxofre na planta.

O teor de boro na parte aérea das plantas não apresentou diferença estatísticas com a aplicação das doses de gesso. Como era esperado, a aplicação de boro no solo aumentou o teor de boro nas plantas. Verificou-se correlação positiva significativa ($p < 0,01$) entre doses de boro e teor de boro na parte aérea das plantas, $r = 0,6978$. aos dados encontrados foi ajustada a equação $\hat{B} = 31,4729 + 128,190598B$, indicando que maior dose de boro aumentaria o teor de boro na planta.

Dos micronutrientes, o boro é singular no sentido de haver diferença muito pequena entre concentração adequada e tóxica no meio. Isto pode explicar o fato das plantas terem alcançado melhor desenvolvimento com a dose 0,05 ppm de boro e sofrerem efeito fitotóxico com o dobro dessa dose, 0,10 ppm de boro, e assim concordando com ROCHA FILHO et alii (1979b), os quais, verificaram que doses de 2 e 4 ppm de boro adicionadas ao solo provocaram acúmulo desse nutriente nas folhas de E. grandis, em níveis considerados tóxicos.

A interação gesso x boro foi significativa ($p < 0,05$) para boro na parte aérea das plantas, provavelmente por causa das diferentes taxas de incremento dos teores de boro com o aumento das doses de boro, em presença das diferentes doses de gesso. No entanto, em todas as doses de gesso utilizadas houve tendência de aumento do teor de boro na parte aérea das plantas com o aumento da dose de boro.

ROCHA FILHO et alii (1978), referem-se que folhas de E. grandis com teores de 46 ppm de boro apresentaram sintomas de carência e valores superiores a 100 ppm revelaram sintomas de toxidez, enquanto o teor crítico nas folhas jovens estaria em torno de 61 ppm. No presente estudo, valores inferiores a 46 ppm de boro não revelaram sintomas de

carência e os indícios de toxidez foram encontrados em plantas com valores inferiores a 100 ppm de boro, diferindo dos resultados encontrados por ROCHA FILHO et alii (1978). As reações das plantas verificadas poderiam ser explicadas mais pelo equilíbrio nutricional da cultura do que pelos valores absolutos de boro.

CONCLUSÕES

1. A aplicação de gesso aumenta a altura, o peso da matéria seca e os teores de cálcio e enxofre da parte aérea, não altera os teores de nitrogênio e fósforo e reduz o teor de potássio em mudas de Eucalyptus citriodora.
2. A aplicação de boro aumenta os teores de potássio e boro na parte aérea.
3. A aplicação de 0,10 ppm de boro reduz a altura e a produção de matéria seca da parte aérea.
4. O maior crescimento em altura e a maior produção de matéria seca são obtidos com a aplicação de 2t de gesso/ha e 0,05 ppm de boro.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Valduino Estefanel e Claudio Lovato, do Departamento de Fitotecnia da UFSM, pela colaboração prestada.

Ao Dr. Roberto Parducci Camargo, do IBRA - Análises Químicas Ltda, pela realização das análises de solo e de plantas.

LITERATURA CITADA

1. BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P. R. e GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
2. BRAGA, J.M. e ROCHA, D. Efeito da época de aplicação de calcário e gesso na eficiência dos fosfatos de Araxá e Patos. *Silvicultura*, 7(23):38, 1982.
3. CARVALHO, C.M.; CORSO, G.M.; VEIGA, R.A.A.; COUTINHO, C.J. e BAE-NA, E.s. Aspectos sintomatológicos, morfológicos e anatômicos da deficiência de boro em plantações de *Eucalyptus*. In: *Symposium and Workshop on Genetic, Improvement and Productivity of Fast-Growing Tree Species*. Águas de São Pedro, 8p. (Mimeografado). 1980.

4. MALAVOLTA, E. Nutrição Mineral e adubação da laranjeira. In: *Nutrição mineral e adubação dos citros*. Piracicaba. Instituto de Potassa, 1979, p. 13-71. (Boletim Técnico nº 5).
5. MALAVOLTA, E.; ROMERO, J.P.; LIEM, T.H.; e VITTI, G.C. *Gesso Agrícola, seu uso na adubação e correção do solo*. ULTRAFÉRTIL, 1981. 30 p.
6. MALAVOLTA, E.; TRANI, P.E.; ATHAYDE, M.F.; BRAGA, N.R.; NOGUEIRA, S.S.S. e MORAES, S. A. Nota sobre deficiência e toxidez de boro em espécies cultivadas do gênero *Eucalyptus*. *Revista de Agricultura*, 53(4): 243-6, 1978.
7. NOVELINO, J.O.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. e MUNIZ, A.S. Efeito de níveis de boro em solução nutritiva no crescimento de *Eucalyptus* spp. *Revista Árvore*, 6 (1):45-51, 1982.
8. QUAGGIO, J.A.; DECHEN, A.R. e RAIJ, B. Efeitos da aplicação de gesso e calcário sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. *Rev. Bras. de Ciência do Solo*, 6(3):189-94, 1982.
9. RAIJ, B.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A. S. e BATAGLIA, O.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.
10. ROCHA FILHO, J.V.; HAAG, H.P. e OLIVEIRA, G.D. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. *Anais da ESALQ*, 35(1):19-24, 1978.
11. ROCHA FILHO, J.V.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. e SARRUGE, J.R. Influência do boro no crescimento e na composição química de *Eucalyptus grandis*. *Anais da ESALQ*, 36(1):139-51, 1979a.
12. ROCHA FILHO, J.V.; SARRUGE, J.R. e HAAG, H.P. Efeitos da aplicação de P, B, Zn e calagem no teor de boro e zinco das folhas de mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex-Maiden) cultivadas em solo de cerrado. *Anais da ESALQ*, 36(1):119-37, 1979b.
13. ROCHA FILHO, J.V.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. e OLIVEIRA, G.D. Efeitos da aplicação de fósforo, boro, zinco e calagem na altura e produção de matéria seca em mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill, ex-Maiden) cultivados em um solo de cerrado. *Anais da ESALQ*, 36(1):483-92, 1979c.