

NUTRIENTES MINERAIS E CRESCIMENTO DE ÁRVORES ADUBADAS DE *Eucalyptus grandis*, NA REGIÃO DO CERRADO, NO ESTADO DE SÃO PAULO

Antonio F.J. Bellote^{*}
Carlos A. Ferreira^{**}

RESUMO

Este trabalho apresenta e discute resultados da relação entre os teores de nutrientes nas folhas e no solo com o crescimento das árvores em plantios adubados de *Eucalyptus grandis*. A amostragem de folhas e solo foi realizada em 5 localidades, na região dos Cerrados do Estado de S. Paulo. Concluiu-se que: as árvores estão adequadamente supridas de S, Fe, Mn e Zn; os teores de P nas folhas encontram-se abaixo do ótimo reportado em literatura; o K e o Mg limitam mais acentuadamente o crescimento das árvores em todas as localidades, mesmo com adubação; árvores cujas folhas apresentam teores de 2,6 e 7,5 mg/g de MS de Mg e K, respectivamente, estão adequadamente nutridas desses elementos; o aumento da oferta de N, P, K e Mg no solo, através da adubação, pode aumentar o crescimento das árvores, em todas as localidades; os teores de Ca e B nas folhas não se relacionam com o crescimento das árvores mostrando, inclusive, efeito de diluição.

PALAVRAS-CHAVE: Nutriente mineral, Adubação, *Eucalyptus*, Cerrado.

DEVELOPMENT OF FERTILIZED *Eucalyptus grandis* TREES AS RELATED TO MINERAL NUTRIENTS IN THE "CERRADO" REGION OF SÃO PAULO STATE

ABSTRACT

This paper discusses the results and the relationship among the concentration of nutrients in the leaves and soil, and the growth of the trees in *Eucalyptus grandis* plantations. The survey was carried out in five locations in the cerrado region of the State of São Paulo. It was concluded that the trees were adequately nourished with S, Fe, Mn and Zn; P concentrations in the leaves were below the optimum reported in literature; K and Mg were limiting seriously the growth of the trees, in all locations despite the fertilization; concentrations of 2.6 and 7.5 mg/g D.M. of Mg and K were at adequate levels for both nutrients; the fertilization with N, P, K and Mg can increase the growth of the trees, in all locations; Ca and B concentrations in the leaves were not related to the growth of the trees, also showing a dilution effect.

KEY-WORDS: Mineral nutrient, Fertilizer, *Eucalyptus*, Cerrado.

* Eng.-Agrônomo, Dr. Rer. Nat., CREA n^o 47548/D, Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

** Eng.-Agrônomo, Ph.D., CREA n^o 24728/D, Pesquisador da EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

1. INTRODUÇÃO

A produtividade média de *Eucalyptus grandis*, em plantios de empresas verticalizadas, com elevado nível de adoção de tecnologia, no Estado de São Paulo, situa-se ao redor de 40 m³/ha.ano. Embora seja uma boa produtividade, ela é muito variável, encontrando-se áreas de 19 até 72 m³/ha.ano (BELLOTE, 1990).

Dentre os fatores responsáveis por esta variação está o uso generalizado da mesma formulação de fertilizantes minerais, em extensas áreas, sem considerar as variações edáficas locais. Isto mostra a inexistência de critérios necessários ao uso de fertilizantes podendo, em determinados locais, resultar na utilização inadequada de certos elementos minerais.

As recomendações de fertilizantes minerais utilizadas referem-se sempre aos elementos Nitrogênio, Fósforo e Potássio mas, muito raramente, a Cálcio, Boro e Zinco. Atualmente, a maioria dos plantios comerciais é adubado utilizando-se praticamente a mesma formulação N-P-K, independente da espécie, tipo de solo e época de plantio. As dosagens recomendadas nos trabalhos de GARLIPP & BALLONI (1980b), NOVAIS et al. (1980), BARROS et al. (1981), GONÇALVES & DINIZ (1981) são de 20 até 64 Kg N/ha de Nitrogênio, 40 até 200 Kg P₂O₅/ha para o Fósforo, e de 24 até 80 Kg K₂O/ha para o Potássio. Como fonte desses nutrientes, têm sido, normalmente, utilizados: Sulfato de Amônio (21% N); Superfosfato Simples (21% P₂O₅); Superfosfato Triplo (45% P₂O₅) e Cloreto de Potássio (60% K₂O).

Adubação com micronutrientes, notadamente Boro, Cobre e Zinco, é ainda bastante indefinida. Alguns trabalhos mostram que a aplicação desses elementos é necessária (CARVALHO et al. 1978; GARLIPP & BALLONI, 1980a), enquanto outros indicam não haver respostas do eucalipto a esses nutrientes (DEFELIPO et al., 1979; BARROS et al., 1981).

Aparentemente, o empirismo que tem caracterizado a experimentação em nutrição de espécies florestais no Brasil, por vezes sem a necessária caracterização dos solos que permitem comparações, faz com que seja urgente o estabelecimento de critérios de avaliação da fertilidade do solo compatíveis com a espécie, níveis de elementos minerais no solo e nas árvores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção das amostras analisadas neste trabalho, foram selecionados 15 sítios representativos de plantios comerciais de *E. grandis* Hill ex-Maiden, com 3 anos de idade, plantados em 5 locais do Estado de São Paulo, com espaçamento 3x2 m. Os sítios receberam adubação com N-P-K no plantio, conforme a Tabela 1. Em cada sítio, foram selecionadas 15 árvores dominantes, das quais foram coletadas folhas do terço médio da copa, no verão, de acordo com metodologia proposta por BELLOTE (1990). Cada conjunto de 3 árvores constituíram uma amostra, perfazendo um total de 5 amostras compostas por sítio.

TABELA 1. Tipos de solo e adubação de plantio dos talhões de *E. grandis* amostrados.

Município	Solo	Adubação Kg/ha		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Mogi-Guaçu	Latossolo V.-Amarelo	55	110	55
Casa Branca	Latossolo V.-Amarelo	55	110	55
Itirapina	A. Quartzosas	29	90	29
Itatinga	A. Quartzosas	33	95	20
Angatuba	A. Quartzosas	20	148	20

Além das folhas, foram coletadas amostras de solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Avaliou-se, também, a distribuição do sistema radicular nas três profundidades. Com base nas observações da distribuição radicular, foram propostos critérios para avaliar a média ponderada que melhor representasse a oferta dos nutrientes às árvores nos primeiros 30 cm do solo. Os dados obtidos foram correlacionados com o crescimento das árvores, e a melhor ponderação foi a relação 5:3:2. As médias ponderadas dos teores dos elementos minerais no solo foi, portanto, calculado para fins de análise deste trabalho, pela seguinte fórmula:

$$\text{Teor do elemento no solo} = 0,5 * A + 0,3 * B + 0,2 * C$$

onde:

A = teor do elemento no solo à profundidade de 0-10 cm

B = teor do elemento no solo à profundidade de 10 - 20 cm

C = teor do elemento no solo à profundidade de 20 - 30 cm

Para as análises químicas das amostras usou-se extração total dos macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Zn) e Al das folhas; os cátions trocáveis K, Ca, Mg, H, Al do solo foram extraídos com solução 0,5 N de NH₄Cl (TRÜBY & ALDINGER, 1989), o P com solução 1N de ácido cítrico (MOLL, 1964) e a matéria orgânica com solução 1N de dicromato de potássio.

Os dados obtidos foram analisados por regressão simples e regressão múltipla. Os modelos matemáticos resultantes das análises estatísticas foram submetidos a testes de linearidade, multicolinearidade, hetero-cedasticidade e autocorrelação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados a altura média das árvores e os teores médios de nutrientes minerais nas folhas das árvores, nos diferentes locais estudados. Na Tabela 3, encontram-se os coeficientes de correlação entre a altura das árvores, os elementos minerais nas folhas e no solo. Na análise de regressão múltipla, apresentada no item 3.1, os resultados mostraram baixo grau de tolerância (multicolinearidade). Isto significa existir correlação entre as variáveis independentes do modelo. Como consequência, os resultados das análises de regressão múltipla devem ser acatados com reserva.

TABELA 2. Altura das árvores e teores médios de macronutrientes (mg/g M.S.) e micronutrientes (ppm) nas folhas das árvores, nos diferentes locais estudados.

Variáveis	Mogi-Guaçu	Angatuba	Casa Branca	Itatinga	Itirapina
Altura (m)	20,3 (2,1)	17,7 (1,6)	16,8 (0,8)	15,9 (1,2)	15,4 (1,4)
Nitrogênio	23,2 (2,4)	21,7 (3,2)	19,4 (1,9)	19,9 (3,8)	18,0 (1,6)
Fósforo	1,02 (0,11)	1,08 (0,09)	0,81 (0,06)	0,91 (0,10)	0,79 (0,10)
Potássio	6,3 (1,1)	4,4 (1,3)	4,1 (0,4)	3,8 (0,5)	3,3 (0,5)
Cálcio	3,1 (1,0)	5,2 (0,7)	3,2 (0,4)	3,9 (0,5)	5,0 (0,6)
Magnésio	2,5 (0,4)	1,9 (0,2)	1,7 (0,3)	1,7 (0,2)	1,5 (0,2)
Zinco	12,3 (2,2)	8,8 (2,3)	8,0 (2,3)	9,8 (1,7)	10,0 (1,9)
Boro	17,0 (3,0)	20,8 (3,3)	23,3 (6,4)	26,2 (3,8)	24,2 (2,8)
Ferro	152,0 (22,4)	94,3 (12,8)	176,0 (38,9)	298,1 (26,0)	130,9 (21,6)
Manganês	597 (122)	477 (135)	481 (88)	804 (234)	597 (89)
Alumínio	244 (61)	181 (34)	300 (86)	205 (26)	303 (36)

valores entre parêntesis = desvio padrão da média

Os resultados, na Tabela 3, mostram que os teores de Ca, S, Fe, Mn e Zn nas folhas não são limitantes ao crescimento das árvores. Apresentam baixas correlações com o crescimento das árvores e oscilam dentro de um intervalo de concentração adequada para a espécie. Respostas às aplicações desses elementos não são esperadas em plantações nos locais estudados.

TABELA 3. Correlações (R) dos nutrientes no solo (nutr./solo), nas folhas (nutr./folhas), e altura das árvores (altura) de *E. grandis*, com 3 anos de idade (n=75).

Elemento	Nutr./folhas	Nutr./solo	Nutr./folhas
	x Altura	x Altura	x Nutr./solo
Fósforo	0,478***	0,652***	0,446***
Potássio	0,860***	0,870***	0,785***
Magnésio	0,751***	0,761***	0,632***
Cálcio	- 0,289*	0,635***	0,125
Alumínio	- 0,007	0,752***	0,341**
Nitrogênio	0,555***	-	-
Enxofre	0,407***	-	-
Boro	- 0,651***	-	-
Ferro	- 0,204	-	-
Manganês	- 0,200	-	-
Zinco	0,354**	-	-

* (p<0,05) ** (p<0,01) *** (p<0,001)

Para o N, observa-se aumento nos teores do elemento com a maior altura das árvores. Entretanto, os teores nas árvores de menor crescimento encontram-se acima do nível de deficiência definido por KAUL et al., (1968). Nas árvores de maior altura, os teores estão acima do ótimo definido por HAAG et al., (1961). A correlação positiva entre o teor de N e o crescimento das árvores indica uma possível resposta a aplicações de fertilizantes nitrogenados em plantios com menores crescimentos.

A falta de correlação observada entre as quantidades de N aplicada na forma de fertilizante e a variação nos teores foliares de N nos diferentes locais de plantio (Tabela 2) é devida, provavelmente, ao tempo decorrido entre a aplicação do fertilizante (no plantio) e a amostragem (aos 3 anos de idade). Durante esse período, uma parte do adubo pode ter sido absorvida, outra perdida por lixiviação e outra imobilizada. Assim, na ausência do efeito da adubação, a única fonte de N no solo para as árvores é a mineralização do N-orgânico pelos microrganismos.

Os teores de P nas folhas das árvores de todos os locais estudados encontram-se abaixo do nível ótimo citado na literatura (HERBERT & SCHÖNAU, 1989). Para árvores com alturas inferiores a 17 m, observam-se teores inferiores a 1,0 mg/g M.S., enquanto que em árvores com altura superior a 17 m os teores estão acima deste valor.

Com relação à adubação, pode ser observado o efeito positivo da aplicação de P. As correlações positivas observadas indicam que o aumento na oferta do elemento no solo, através da adubação de cobertura, possibilitará uma maior absorção pelas árvores e, conseqüentemente, maior crescimento destas, principalmente nos locais onde se observam os menores crescimentos.

Os teores médios de K das folhas, em todos os locais, encontram-se abaixo do ótimo citado por HERBERT & SCHÖNAU (1989) e BELLOTE (1990), isto é 7,5 mg/g M.S. De acordo com os dados de KAUL et al. (1968), as árvores com altura inferior a 17 m encontram-se com deficiência nutricional. As correlações positivas e altamente significativas mostram que o K é o elemento que mais contribui, para explicar o

crescimento das árvores.

Com relação a adubação, é possível observar uma certa influência das quantidades de adubo na altura das árvores. Esta influência não é maior devido a mobilidade do K no solo e, a exemplo do N, ao longo tempo decorrido entre a adubação e a amostragem. Os resultados indicam que a aplicação do K em cobertura é recomendada, especialmente para as áreas com menor crescimento em altura.

O Mg é, depois do K, o elemento que mais se relaciona com o crescimento das árvores. Teores maiores que 2,5 mg/g M.S. são observados apenas nas árvores com maior crescimento. Nas árvores das regiões de menor crescimento, o teor nas folhas denota deficiência, de acordo com KAUL et al. (1968).

As correlações positivas e altamente significativas encontradas para o Mg comprovam ser ele um dos elementos minerais a ser considerado para aumentar o crescimento das árvores. Adubações complementares com esse elemento devem ser realizadas tanto no plantio como em cobertura, em todos os locais estudados.

Os teores de Al nas folhas variam dentro de um intervalo bastante aceitável. As árvores de todos os locais não apresentam problemas de toxidez com esse elemento, comprovando ser o *E. grandis* uma espécie bastante tolerante a esse elemento.

A correlação significativa do teor de Al no solo com o crescimento das árvores, bem como com os teores foliares é esperada. Como mostra a Tabela 4, os solos estudados são muito ricos em Al, elemento responsável pela quase totalidade da saturação de bases nesses solos. Como o *E. grandis* é uma espécie tolerante ao Al, pode-se prever que quanto maior o crescimento das árvores mais Al é passivamente absorvido. Resultados semelhantes são descritos por FERRAZ (1985) para talhões de *Picea abies*.

Os teores de B diferem muito do encontrado na literatura, tanto para teores ótimos (32 µg/g M.S. HERBERT & SCHÖNAU, 1989) como para teores de deficiência (12 µg/g M.S. ROCHA FILHO et al., 1979). Os teores observados mantêm uma correlação negativa com o crescimento das árvores, relação esta interpretada como casual e sem significado fisiológico. Os resultados mostram um efeito de diluição desse elemento causado pelo crescimento das árvores.

Os teores de Ca nas folhas variam muito, e mostram uma correlação fraca e negativa com o crescimento. A relação negativa, a exemplo do que ocorre com o B, é também interpretada como um efeito de diluição, causado pelo crescimento das árvores. Estes resultados mostram, nas condições estudadas, que a altura das árvores não é dependente dos teores de Ca nas folhas. Caso exista dependência, possivelmente, as folhas não sejam o material vegetal mais recomendado para ser analisado.

TABELA 4. Teores médios de Al, CTC ($\mu\text{eq/g}$ solo) e Saturação de Al (%) dos solos dos talhões estudados.

Valores	Latossolo		Areias Quartzosas	
	Al	CTC	Al	CTC
\bar{X}	11,8	15,4	8,0	10,8
X (máximo)	13,2	19,7	9,8	13,2
X (mínimo)	10,6	13,2	4,6	7,1
Saturação de Al	90		92	

3.1. Crescimento em altura em função dos nutrientes

3.1.1 Crescimento em função dos nutrientes minerais nas folhas

Os teores de K e Mg nas folhas apresentam correlação altamente significativa com a altura das árvores. Dessa forma, procurou-se estabelecer uma relação numérica entre essas variáveis, selecionando-se como modelo uma regressão linear múltipla, apresentada na Figura 1 e Tabela 5.

Embora as árvores dependam bastante do suprimento de K e Mg, o aumento dos teores de K repercute mais na altura das árvores do que o aumento dos teores de Mg. Como mostra a Figura 1, para o menor teor de Mg (1,1 mg/g M.S.), quando os teores de K crescem de 2,3 até 8,3 mg/g M.S., as árvores passam de 14 para 21 m de altura média.

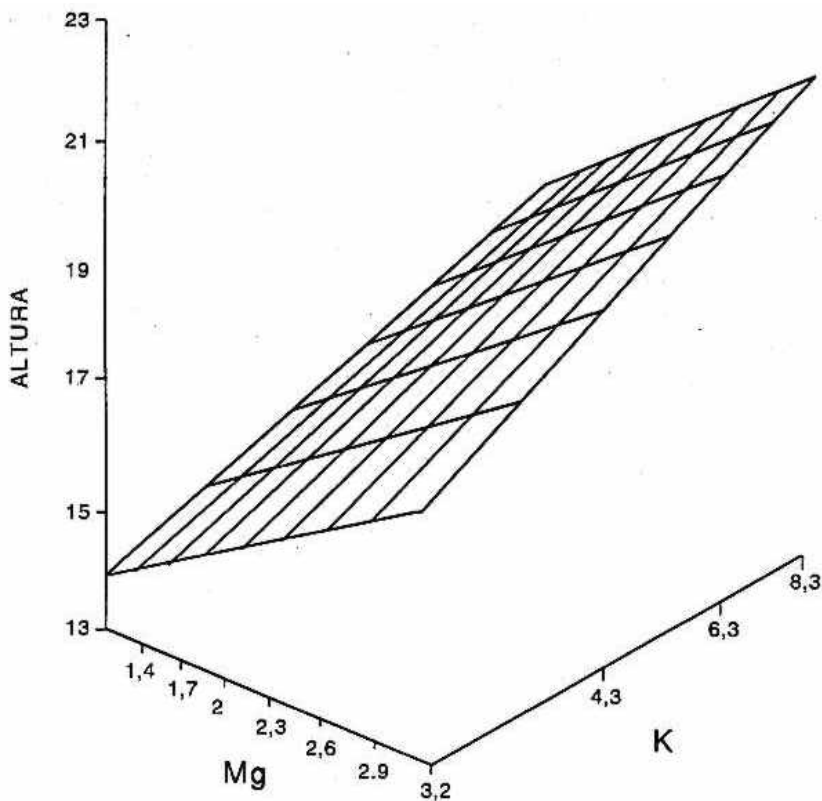


FIGURA 1. Relação entre altura das árvores (m) e teores de K e Mg (mg/g M.S.) nas folhas de *E. grandis*, com 3 anos de idade.

TABELA 5. Resultado da análise de regressão linear múltipla entre a altura das árvores (m), com os teores de nutrientes minerais nas folhas de *E. grandis*

Variáveis		b	R ²	β	F
Dependente	Independentes				
Altura das árvores	Potássio	1,174	0,740	0,686	207,491
	Magnésio	1,199	0,762	0,229	115,118
	(Constante)	9,839	-	-	-

(equação de regressão):

$$\text{Altura das árvores} = 1,174 * K + 1,199 * Mg + 9,839$$

$$R = 0,873 \quad F = 115,118 \quad F [72;2 \text{ p} = 0,001] = 4,91$$

As árvores com suprimentos de K abaixo do limite de deficiência (KAUL et. al., 1968) podem atingir altura máxima de 18 m. As árvores com suprimento ótimo, isto é 7,5 mg/g M.S. variam em altura de 20 m (quando o teor de Mg é 1,1 mg/g M.S.) até 22,5 m (quando o teor de Mg é 3,2 mg/g M.S.).

Os resultados indicam, para as condições deste trabalho, que o teor adequado de Mg, definido na literatura, não é suficiente para a obtenção de ganhos máximos em crescimento das árvores. Isto só seria possível para teores foliares de Mg entre 2,6 a 3.2 mg/g M.S. Árvores com suprimentos de Mg dentro desse intervalo e de K maior ou igual a 7,5 mg/g M.S. estariam ótimamente nutridas com esses elementos.

3.1.2 Crescimento em função dos elementos minerais do solo

A regressão múltipla entre as variáveis do solo P, K, Ca, Mg, Al, H, matéria orgânica, pH, areia, argila e a altura das árvores mostram que os teores de K, P e Al no solo influenciam significativamente o crescimento (Tabela 6).

O efeito positivo do K e do P é reforçado por uma série de trabalhos de adubação que mostram melhores resultados para aplicações conjuntas de fertilizantes contendo K e P em plantações de *E. grandis* (MALVOS, 1983).

TABELA 6. Resultado da análise de regressão linear múltipla entre altura das árvores (m) com os teores de P ($\mu\text{g/g}$), K e Al ($\mu\text{eq/g}$) do solo.

Variáveis		b	R2	β	F
Dependente	Independentes				
Altura das árvores	Potássio	8,813	0,756	0,335	226,646
	Fósforo	1,424	0,845	0,442	196,025
	Alumínio	0,432	0,886	0,407	184,754
	(Constante)	9,646	-	-	-

(equação de regressão):

$$\text{Altura das árvores} = 8,813 * K + 1,424 * P + 0,432 * Al + 9,646$$

$$R = 0,942 \quad F = 184,754 \quad F [3; 71 \text{ p} = 0,01] = 4,07$$

O aumento na oferta de K do solo resulta em maior suprimento das plantas e, conseqüentemente, maiores ganhos em altura. Isto foi confirmado nos trabalhos de adubação com K conduzidos por CARVALHO et al. (1978) e BARROS et al. (1981).

Para o P no solo, ocorre uma situação um pouco diferente daquela observada para o K. Neste caso, o crescimento das árvores depende dos teores de P no solo, mas é fraca a correlação entre P nas folhas e o crescimento das árvores, bem como entre a sua oferta no solo e o teor nas folhas (Tabela 3). Provavelmente, isto se deve às interações do elemento com o solo dos locais estudados. Supõe-se que o aumento na oferta de P para as árvores aumente a absorção de K e Mg, pois é conhecido na literatura pertinente o efeito do P na absorção de Mg pelas plantas.

Embora o Al seja uma das variáveis significativas da análise de regressão múltipla, com maior influência no crescimento das árvores (Tabela 6), ele não tem importância fisiológica alguma. Sua relação com a altura das árvores é devida,

exclusivamente, a altíssima concentração desse elemento no solo, associada com a alta tolerância que o *E. grandis* tem para esse elemento.

Os resultados obtidos evidenciam que o crescimento das árvores em sítios de menor produtividade pode ser melhorado tanto com o aumento dos teores de K e Mg nas árvores (Tabela 5), como com o aumento na oferta de P e K no solo (Tabela 6).

4. CONCLUSÕES

Os teores de S, Fe, Mn e Zn nas folhas das árvores não são limitantes ao crescimento do *E. grandis*. Os teores de P nas folhas, entretanto, encontram-se abaixo do valor ótimo estabelecido na literatura.

O K e o Mg são os nutrientes mais limitantes. Árvores com teores foliares entre 2,6-3,2 mg/g de M.S. de Mg e de K maior ou igual a 7,5 mg/g de M.S. estão ótimamente nutridas com esses elementos.

Tanto para o Ca, como para o B das folhas, foram observados efeitos de diluição causados pelo crescimento das árvores.

A oferta de K no solo é o fator mais limitante tanto para o crescimento das árvores como para sua nutrição.

Os resultados indicam que há possibilidades de ganhos de produtividade com o aumento da adubação com N, P, K e Mg.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N.F.; BRAGA, J.M.; BRANDI, R.M.; DEFELIPO, B.V. Produção de eucalipto em solo de Cerrados em resposta a aplicação de NPK, B e Zn. **Revista Árvore**, Viçosa, v.5 n.1, p.90-103, 1981.

BELLOTE, A.F.J. Naehrelementversorgung und Wuchsleistung von geduengten *Eucalyptus grandis*-Plantagen im Cerrado von São Paulo (Brasilien). **Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen**, Freiburg, n.26, p.1-159, 1990.

CARVALHO, C.M.; BAENA, E.S.; COUTINHO, C.J.; FREITAS, M.; FERREIRA, C.A. Estudos das relações B/K e B/Ca na cultura de *Eucalyptus saligna* Smith. (Resultados preliminares). **Silvicultura**, São Paulo, n.13, p.264-266, 1978.

DEFELIPO, B.V.; ALVAREZ, V.H.; COUTO, L.; FERNANDES, J.C. Estudo de micronutrientes em solos de Cerrado de Minas Gerais. **Boletim Técnico SIF**, Viçosa, n.2, p.15-26, 1979.

FERRAZ, J.B.S. Standortbedingungen, Bioelementversorgung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen (*Picea abies* Karst) des Südschwarzaldes. Forstwissenschaftlichen Fakultät Universität Freiburg, 1985.

GARLIPP, R.C.D.; BALLONI, E.A. Estudo sobre o efeito da omissão de nutrientes em plantios de *E. grandis*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.8, n. 26, p. 21-22, 1980a.

GARLIPP, R.C.D.; BALLONI, E.A. Estudo sobre a influência da fertilização fosfatada no desenvolvimento de *E. grandis*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, v.8, n. 26, p.25-29, 1980b.

- GONÇALVES, J.C.; DINIZ, A.S. Efeito da época e forma de aplicação de fertilizantes no plantio de *E. saligna*. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba v.9, n.28, p. 21-23, 1981.
- HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ACORSI, W.R.; MALAVOLTA, E.; ARZOLLA, S. Estudo sobre a alimentação mineral do *Eucalyptus*. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2, 1961, São Paulo. **Relatório e documentos**. São Paulo: FAO, 1961, p.926-932.
- HERBERT, M.A.; SCHÖNAU, A.P.G. Fertilizing commercial forest species in southern Africa. Research progress and problems. Bayreuth, 1989. Paper presented in Symposium: "Mineralversorgung tropischer Waldbäume". Bayreuth, 1989.
- KAUL, O.N.; SRIVASTAVA, P.B.L.; TANDON, V.N. Nutrition studies on *Eucalyptus*. III. Diagnosis of mineral deficiencies in *E. grandis* seedlings. **Indian Forester**, v.94, n.11, p.831-834, 1968.
- MALVOS, C. First results on fertilization trials given to *Eucalyptus* plantations in Madagascar. **Silvicultura**, n.32, p.625-626, 1983.
- MOLL, W. Nährstoffversorgung von Fichtenbeständen im Nordschwarzwald. **Schriftreihe d. Forstl. Abt. d. Univ. Freiburg**, BLV München, v.4, p.252-265, 1964.
- NOVAIS, R.F.; GOMES, J.M.; BORGES, E.E.L.; ROCHA, D. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto. (*E. grandis*). II - efeitos da calagem, do N e do superfosfato simples. **Revista Árvore**, Viçosa, v.4, n.1, p.1-13, 1980.
- ROCHA FILHO, J.V.C.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. Influência do Boro no crescimento e na composição química de *E. grandis*. **Anais da ESALQ**, Piracicaba v.36, n.1, p.139-151, 1979.
- TRÜBY, P.; ALDINGER, E. Eine Methode zur Bestimmung der austauschbaren Kationen im Waldböden. **Z. Pflanzenernähr. Bodenk.** v.152, n.1, p.301-306, 1989.