CONCENTRAÇÃO, ACUMULAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE
NUTRIENTES PELO *Eucalyptus grandis* (Hill, ex-Maiden)
EM FUNÇÃO DA IDADE

ANTONIO FRANCISCO JURADO BELLOTE
Eng.º-Agr.º

Orientador: José Renato Sarruge

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro, 1979

A meus pais e irmãos

À Silvia, minha esposa

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge, pela orientação constante e sugestões eficientes, durante todas as fases deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag pela amizade e versão para o inglês.

Ao Prof. Gilberto Diniz de Oliveira pela colaboração e amizade.

Ao Eng^o F.^{tal} Adalberto Plinio e Silva, e à CHAMPION Papel e Celulose S.A., pelas facilidades concedidas.

Ao Prof. Amadeu Cosentino Sobrinho e Prof.^a Áurea Frigori Cosentino, pela acolhida, sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da USP, pela oportunidade concedida.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste.

Í N D I C E

	Pág.
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 - Crescimento	22
5.1.1 - Produção de matéria seca	22
5.1.2 - Altura	25
5.1.3 - Diâmetro (DAP)	27
5.2 - Nitrogênio	29
5.2.1 - Concentração	29
5.2.2 - Acumulação	32
5.3 - Fósforo	36
5.3.1 - Concentração	36
5.3.2 - Acumulação	40
5.4 - Potássio	44
5.4.1 - Concentração	44
5.4.2 - Acumulação	48
5.5 - Cálcio	52
5.5.1 - Concentração	52
5.5.2 - Acumulação	56

	Pag.
5.6 - Magnésio	60
5.6.1 - Concentração	60
5.6.2 - Acumulação	63
5.7 - Enxofre	67
5.7.1 - Concentração	67
5.7.2 - Acumulação	69
5.8 - Boro	72
5.8.1 - Concentração	72
5.8.2 - Acumulação	75
5.9 - Cobre	79
5.9.1 - Concentração	79
5.9.2 - Acumulação	83
5.10 - Ferro	87
5.10.1 - Concentração	87
5.10.2 - Acumulação	90
5.11 - Manganês	94
5.11.1 - Concentração	94
5.11.2 - Acumulação	98
5.12 - Molibdênio	100
5.12.1 - Concentração	100
5.12.2 - Acumulação	103

	Pag.
5.13 - Zinco	105
5.13.1 - Concentração	105
5.13.2 - Acumulação	109
5.14 - Extração de Nutrientes	112
5.15 - Exportação de Nutrientes	116
6. CONCLUSÕES	118
7. SUMMARY	120
8. LITERATURA CITADA	122

1. RESUMO

Foram coletadas amostras das folhas, ramos ativos e inativos, e ponta, meio e base do caule, de plantas de *E. grandis* (Hill, ex-Maiden), com 1,0 até 7,0 anos de idade em povoamentos situados sobre latossol vermelho-amarelo, barro arenoso, no Horto Florestal de Mogi-Guaçu, SP, pertencente a CHAMPION PAPEL E CELULOSE S.A., visando obter dados para estabelecer equações para o crescimento, concentração e extração de macro e micronutrientes em função da idade da planta, bem como exportação dos mesmos pelo caule.

Os resultados obtidos mostraram que:

- As plantas acumularam o máximo de matéria seca aos 6,7 anos de idade.
- A altura máxima ocorreu aos 7,0 anos de idade, e diâmetro

(DAP) máximo após os 7,0 anos de idade (7,3).

- As maiores concentrações de N, P, K, Mg, S, B, Fe, Mn e Zn nas plantas ocorreram nas folhas.

- As plantas atingiram a máxima quantidade de nutrientes nas seguintes idades (anos): Zinco = 5,4, Fósforo = 6,1, Manganês = 6,3, Nitrogênio, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Boro, Cobre, Ferro e Molibdênio = 7,0.

- Os macronutrientes mais extraídos e exportados, em ordem decrescente, foram: $Ca > N > K > S > Mg > P$; os micronutrientes foram: $Mn > Fe > B > Cu > Zn > Mo$.

- Mais de 98% do fósforo e do manganês acumularam até 6,0 anos de idade; 99,4% do zinco aos 5,0 anos de idade; e para os demais nutrientes as quantidades acumuladas aumentaram com o envelhecimento das plantas.

- Magnésio foi o nutriente mais exportado em % do total extraído pelas plantas, vindo a seguir, em ordem decrescente: $Mo > Zn > P > Ca > Cu > Mn > B > K = S > N > Fe$.

2. INTRODUÇÃO

Pertencente à família das mirtáceas, o gênero *Eucalyptus* (L'Heritier) possui cerca de quinhentas espécies, grande número de variedades e alguns híbridos. Originário da Austrália, onde se encontra em estado nativo, foi introduzido no Brasil em meados do século dezenove.

A princípio, o objetivo maior da sua introdução no país foi garantir abastecimento de lenha para a Companhia Paulista de Estradas de Ferro, além de contribuir também para a produção de postes elétricos e dormentes.

Com o desenvolvimento de indústrias para extração de celulose, iniciou-se também uma preocupação maior no sentido de aumentar a produção por unidade de área, através do uso de técnicas agrícolas adequadas.

Muitos autores sugerem as possibilidades econômicas na exploração dos solos sob vegetação de cerrado pela Silvicultura, devido às condições que oferecem para minimizar os custos de produção.

Entretanto, a baixa fertilidade apresentada nesses solos, aliada ao uso de fertilizantes muitas vezes inadequados e à pouca pesquisa sobre a nutrição mineral, têm levado ao aparecimento de problemas de ordem nutricional nas florestas implantadas no Brasil.

Além dos mencionados, outro fator que contribuirá para agravar ainda mais os problemas nutricionais, será sem dúvida alguma a exploração das florestas implantadas para fins energéticos, visando além do caule, as folhas e os ramos, quebrando a ciclagem dos nutrientes, diminuindo o teor de matéria orgânica, e consequentemente aumentando ainda mais a exportação de nutrientes minerais.

O presente trabalho teve como objetivos:

- . Analisar o crescimento das plantas através da produção de matéria seca, altura e diâmetro (DAP).
- . Determinar concentração dos macro e micronutrientes nas diversas partes das plantas, em função de diferentes idades.
- . Determinar a extração dos macro e micronutrientes nas plantas, em função das idades em anos.
- . Verificar a exportação dos macro e micronutrientes pelos caules de plantas com 7 anos de idade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

KRAMER e KOSLOWSKI (1960) citam a nutrição mineral como um fator importante na fisiologia da árvore, uma vez que o suprimento adequado dos elementos minerais é essencial para o sucesso do crescimento.

JACOB e UEXKULL (1961) consideram nutrientes para as plantas todos os materiais necessários ao crescimento e à produção de substâncias orgânicas; e num sentido bem restrito, os nutrientes são considerados aqueles inorgânicos retirados do solo e que são essenciais ao seu desenvolvimento.

SWUAN (1966) ressalta que uma diagnose precisa das deficiências de nutrientes do solo é um requisito essencial para o uso científico e proveitoso de fertilizantes em florestas. Se entreo

tanto, houver suspeitas de deficiências minerais, elas poderão ser diagnosticadas através da análise de solo, e da análise química dos teores de nutrientes nas folhas.

HAAG *et alii* (1961), MALAVOLTA *et alii* (1974) afirmam que o *Eucalyptus* é, em geral, apontado como planta pouco exigente em relação aos elementos minerais, motivo pelo qual o seu plantio é feito em solos de baixa fertilidade.

GURGEL FILHO (1962) relata que, apesar de sua baixa fertilidade, os solos de cerrado pelas suas características e localização geográfica adquirem importância para a silvicultura em virtude de propiciarem condições favoráveis à instalação de povoamento florestal.

MELLO *et alii* (1971) sugerem que a Silvicultura no Brasil tende a se expandir ocupando os solos de cerrados, e que as florestas implantadas só poderão serem econômicas através do emprego de técnicas de plantio.

Diversos trabalhos têm demonstrado que a utilização de fertilizantes minerais em *Eucalyptus*, quando bem aplicado no plantio em solos de cerrado, proporcionam um significativo aumento na produção (BRASIL SOBRINHO *et alii*, 1961; MELLO *et alii*, 1961; MELLO, 1968).

PIRES (1962) estudou o comportamento de mudas de *E. citriodora* na presença de adubação com NPK, e concluiu que os ele-

mentos minerais N, P e K apresentam efeito linear sobre o seu desenvolvimento.

LACEY *et alii* (1966), estudando a aplicação de fertilizantes em *E. grandis*, observaram que o P é o elemento mais importante. Um incremento do mesmo aumenta o peso seco das plântulas, aumenta a concentração de N, P e K no tecido, reduz a concentração de Ca e mantém a de Mg.

McCOOL e HUMPHREYS (1967) observaram que as propriedades edáficas de fertilidade do solo estavam mais estreitamente relacionadas com a distribuição de *E. gummifera* e *E. maculata* na Costa Sul da Austrália, do que os fatores climáticos.

KNUDSON *et alii* (1967) relataram que o N, P e o B forneceram estímulo significativo ao crescimento de *E. saligna* cultivados em solos de cerrado. Calcário e Zn não tiveram efeitos significativos no primeiro ano, enquanto que o K produziu um efeito negativo não significativo, nos primeiros oito meses, tendendo a desaparecer após as chuvas.

McCOOL (1969), estudando a relação solo/planta em floresta de *Eucalyptus*, na Costa Sul da Austrália, observou que a interação de cations resultante do efeito do P no solo contribui para a expansão, distribuição e crescimento das espécies de *Eucalyptus* aí existentes.

MELLO *et alii* (1971), estudando o efeito da aplicação

de fertilizantes minerais na produção de madeira em *E. saligna* em solos de cerrado, não constatarem nenhum efeito negativo da adubação na qualidade da madeira.

HANZ (1972), estudando em solos da Zâmbia o efeito da aplicação da adubação NPK, combinada com diferentes níveis de B, sobre a qualidade da madeira de *E. grandis*, observou que os tratamentos que apresentavam maior crescimento em espessura do diâmetro, apresentavam a menor densidade da madeira.

BRASIL e SIMÕES (1973), estudando dosagens crescentes de fertilizantes NPK aplicados em mudas de *E. saligna*, concluíram que a dose teórica que provocaria maior desenvolvimento em altura seria de 22 g por muda, e doses superiores prejudicariam esse desenvolvimento. A dose mais interessante seria entre 5 a 10 g da formulação (5:14:3) por muda.

ROCHA FILHO (1979), estudando a interação P, B, Zn e Calagem em mudas de *E. grandis*, cultivadas em solo de cerrado, em casa-de-vegetação, concluiu que a calagem e a adubação fosfatada provocam aumento no crescimento em altura e na produção de matéria seca das plantas. Observou ainda que doses de 2 e 4 ppm de boro, adicionados ao solo, provocam acúmulo deste elemento nos tecidos das plantas em níveis tóxicos.

Por se constituir uma essência florestal de grande importância, o gênero *Eucalyptus* tem merecido a atenção de diversos

pesquisadores na área da nutrição mineral, principalmente nos países onde essa cultura é bastante difundida.

Assim, METRO e BEAUCORPS (1958), estudando o teor de K em folhas coletadas de povoamentos de *E. camaldulensis* e *E. gomphocephala*, encontraram valores oscilando em torno de 0,60% e 0,62%, respectivamente, na matéria seca.

WILL (1961a), conduzindo ensaios com *Eucalyptus* de várias espécies em solos pobres da Nova Zelândia, observou que o atraso no crescimento e a coloração anormal que às vezes aparecem nas mudas são devidas à carência de elementos nutrientes.

Ainda WILL (1961b), cultivando 3 espécies de *Eucalyptus* em solução nutritiva, concluiu que a carência de N e P podem suprir a formação de ramos, enquanto que a carência de K provoca aparecimento de galhos de 1a. e 2a. ordens. Carência de Mg provocou desdobramento dos galhos e aumento do número de folhas; e de Ca, secamento e morte das folhas.

No Brasil, HAAG *et alii* (1963), analisando folhas de *E. alba* e *E. grandis* com 2 anos de idade, oriundas do plantio em solo de cerrado, sem sintomas de carência nutricional, encontraram valores para potássio variando de 1,04 a 1,14% e valores para o nitrogênio variando de 2,07 a 2,22%. Concluíram que essas duas espécies são mais exigentes em Ca, N e K, do que Mg e P para o seu crescimento.

WINTERHALDER (1963), estudando a resistência de *E. gummiifera* e *E. saligna* à toxidez de Mn, encontrou valor de aproximadamente 130 ppm de Mn nas folhas de *E. gummiifera* e concluiu que ele é completamente sensível ao Mn no solo. Em contraposição, o *E. saligna* pode absorver quantidades muito grandes de Mn (até 4250 ppm), sem mostrar sintoma de toxidez.

CABRAL (1963), em Portugal, estudando a nutrição de 8 espécies de *Eucalyptus*, observou na comparação entre indivíduos de *E. globulus* com 2 e com 7 anos de idade, não haver diferença significativa dentro dos stands para N, P, K, Ca e Mg; mas foram altamente significativos os valores de N, P e K no povoamento de 7 anos e altos para Ca e Mg dentro do povoamento de 2 anos.

GONZÁLES ESPÁRCIA e GARCIA NUÑO (1964), conduzindo experimento em vasos com solos deficientes em N, estabeleceram correlação entre crescimento (peso seco) e concentração de N nas folhas. Observaram que a concentração crítica de N em *E. globulus* é da ordem de 1,65% e em *E. rostrata* da ordem de 1,5%.

HAAG (1965), estudando micronutrientes em plântulas de *E. tereticornis*, analisando folhas superiores e folhas inferiores, encontrou teores, respectivamente: 83 e 176 ppm de B; traços e 172 ppm de Cu; 164 e 310 ppm de Fe; traços e 113 ppm de Mn; 0,47 e 2,20 ppm de Mo; e 1,7 e 15,5 ppm de Zn.

SILVICULTURE (1964/65), em ensaio em viveiro para in

vestigar conteúdo crítico de elementos minerais, permitiu concluir que em *E. rostrata* e *E. saligna* foi de 2,4 a 2,8% para N; *E. delegatensis* entre 2,0 e 2,3% para N; e para *E. pilularis* entre 1,7 e 1,9% para N. A absorção de Mg foi relativamente baixa para *E. rostrata* e alta para *E. pilularis*.

BHIMAYA e KAUL (1966), estudando *E. camaldulensis*, em condições de campo cultivados em diferentes localidades em Rajasthan na Índia, observaram sintomas de deficiências de alguns micronutrientes, e analisando quimicamente os referidos elementos em plantas com e sem sintomatologia obtiveram, respectivamente: 8,0 e 10,3 ppm de Cu; 20,3 e 12,6 ppm de Zn; 141 e 146 ppm de Fe; e 77 e 105 ppm de Mn.

KAUL *et alii* (1966) avaliaram a nutrição de plântulas de *E. hybrid*, cultivados em solução nutritiva com omissões de elementos minerais e tratamento completo que foram respectivamente: 1,20 e 1,97% N; 0,20 e 0,34% P; 1,18 e 2,29% K; 0,66 e 1,48% Ca; 0,13 e 0,26% Mg e 1,40 e 1,48% S.

LACEY *et alii* (1966) relataram que quando a concentração de P nas folhas é menor que 0,11%, o crescimento e absorção de nutrientes por plântulas de *E. grandis* é severamente afetada, concluindo que este é o nível crítico para as condições estudadas.

McCOOL (1967) observou em florestas de *Eucalyptus* correlações entre: P nas folhas e conteúdo no solo; Ca e Mg do solo

com P nas folhas, indicando possibilidade de interação entre esses nutrientes e absorção de P pelas árvores. Observou também o efeito do pH do solo na solubilidade do P, e a influência do Al inibindo a absorção de Ca e P, ambos importantes para o crescimento e nutrição das espécies na área de estudo.

KAUL *et alii* (1968) conduziram ensaios com plântulas de *E. grandis* em solução nutritiva na presença e na ausência de elementos químicos e encontraram respectivamente: 2,38 e 1,15% para N; 0,210 e 0,085% para P; 0,8 e 0,4% para K; 0,84 e 0,56% para Ca; 0,29 e 0,12% para Mg; 0,33 e 0,17 para S.

McCOOL e HUMPHREYS (1969), estudando a relação entre alguns fatores nutricionais e a distribuição de *E. gummiifera* e *E. maculata*, na Austrália, observaram em condições de vaso que plântulas de *E. gummiifera* requer menos N e Ca do que plântulas de *E. maculata*.

TEMES (1970), trabalhando na Espanha com *E. globulus* em diferentes idades e cultivados em solos arenosos e pobres em nutrientes, observou correlações positivas para: teor de Ca nas folhas versus teor de Ca no solo; teor de P nas folhas versus pH do solo; teor de Cu nas folhas inferiores versus teor de Cu no solo; teor de Mn nas folhas versus teor de Mn no solo; teor de B nas folhas versus idade da planta. As correlações negativas observadas foram: distribuição de Zn nas folhas versus crescimento em altura; teor de Mn nas folhas versus crescimento em altura. Observou também que

havia uma tendência para acumulação de N, P, Mg, Cu e Zn nas folhas dos ramos superiores, e havia uma tendência para acumulação de B e Al nas folhas dos ramos superiores.

LUBRANO (1970), investigando teores de nutrientes em algumas espécies de *Eucalyptus* em várias estações florestais na Itália, cita dados de absorção de alguns elementos minerais, devolução dos mesmos para o solo através da reciclagem, para se chegar a uma estimativa aproximada das necessidades totais de nutrientes. O autor notou que a extração de nutrientes guardava uma estreita relação com a velocidade de crescimento das espécies, e que o maior conteúdo de nutrientes se achava presente nas plantas mais jovens, figurando em primeiro lugar o K seguido pelo N e P. Observou, também, que em geral os nutrientes são removidos em quantidades menores que os removidos por culturas agrícolas, e que a aplicação de fertilizantes só devem ser feitas em solos pobres.

MUÑOS-COBO e MARCOS DE LANUZA (1970), estudando em solução nutritiva a nutrição de *E. globulus* em seus primeiros estágios de desenvolvimento, determinaram a concentração de alguns elementos nas distintas partes das plantas e observaram que a absorção para cada elemento aumenta na seguinte ordem: folhas > caule > raízes.

MALAVOLTA *et alii* (1974) citam teores de N, P, Ca, Mg e S em folhas superiores e folhas inferiores de *E. alba*, cultivados

em areia lavada, na presença e ausência dos respectivos elementos minerais.

MULLETE *et alii* (1974) conduziram ensaios com plântulas de *E. gummifera*, em solos da Austrália para estudar a nutrição mineral do P e suas interações com alguns micronutrientes. Formularam a hipótese que essa espécie é capaz de se adaptar, para sobreviver em locais onde os solos são pobres, e o P solúvel é o principal fator limitante ao crescimento, processo esse que envolveria em interações a presença de microorganismos específicos.

HAAG *et alii* (1976), estudando através da análise foliar em 5 espécies de *Eucalyptus* em 2 povoamentos com 7 anos de idade em solos do Município de Mogi-Guaçu e Areia Branca (SP), observaram que a concentração no *E. grandis* de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram respectivamente: 2,26%; 0,12%; 0,58; 0,38%; 0,15%; 0,24%; 18 ppm; 6 ppm; 98 ppm; 452 ppm e 39 ppm.

LAMB (1976), em solos da Nova Guiné, estudando as variações dos teores de macro e micronutrientes em *E. deglupta*, em função da época de amostragem, posição das folhas nos ramos, observou uma variação mínima nos teores de nutrientes nas folhas, quando comparados nas estações de chuva e de seca. Essa variação é, segundo o autor, válida para todos os nutrientes, exceto o K.

HAAG *et alii* (1977), estudando a concentração de nutrientes em folhas de *E. citriodora* de aproximadamente 4 anos de i-

dade, localizado em um regossol, situado no Município de Santa Maria da Serra (SP), encontrou em folhas sadias teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente 1,38%; 0,07%; 1,38%; 0,17%; 0,18%; 0,06%; 18 ppm; 7 ppm; 127 ppm; 390 ppm e 18 ppm.

LAMB (1977), estudando em plantas de *E. degluta*, com 15 meses de idade, colhidas na época das águas, implantados em solos da Nova Guiné, a relação entre o teor de N das folhas e o seu crescimento em altura, observou que o nível crítico de N que daria o máximo crescimento em altura seria 2,1% de N.

NIELSEN e PALZER (1977), analisando folhas sadias de *E. obliqua*, obtidas em 3 diferentes localidades, encontraram teores de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe e Mn variando respectivamente: 1,27-1,66%; 0,75-0,82%; 0,33-0,56%; 0,62-0,78%; 0,28-0,31%; 3,9-6,5 ppm; 36,0-51,0 ppm; 487,0-1098,0 ppm.

PAULINE (1977) observou que plântulas desenvolvendo em solução nutritiva alcalina, e germinadas em placas de petri em condições ácidas, acumulou altos níveis de P nas folhas (4120 ppm), apresentando sintoma de toxidez de P.

ROGERS e WESTMAN (1977), estudando no suldeste de Queensland, *E. umbra* e *E. signata* com idade de 6, 13 e 18 meses, apresenta concentrações de alguns minerais em folhas frescas.

HAAG *et alii* (1978) estudaram a ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de *E. citriodora*, determinando quantidades de nutrientes acumuladas na manta orgânica e a quantidade de

nutriente em mg existente em 100 folhas da essência.

MALAVOLTA *et alii* (1978) cultivaram plântulas de 3 espécies de *Eucalyptus* em solução nutritiva em níveis crescentes de B. Os teores de B nas folhas variaram de 27 ppm em *E. citriodora* até 361 ppm em *E. citriodora* e *E. grandis*.

ROCHA FILHO *et alii* (1979) cultivaram plântulas de *E. grandis* em solução nutritiva com níveis crescentes de B e concluíram que os sintomas de carência manifestam-se nas folhas novas (46 ppm de B), os sintomas de excesso estão associados à concentração superior a 100 ppm, ocorrendo nas folhas jovens e maduras, e a concentração crítica do B nas folhas jovens é em torno de 61 ppm.

ROCHA FILHO (1979), estudando a interação P, B, Zn e Calagem em mudas de *E. grandis*, observou que a calagem diminuiu as concentrações de Zn, Mn, Fe e Cu nos tecidos das plantas. De uma maneira geral, as concentrações dos nutrientes minerais, nos diferentes órgãos das plantas, foram alteradas pelo P, B e Zn, respectivamente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada a espécie *Eucalyptus grandis* (Hill, ex-Maiden), cujas sementes foram originárias de Bonville Coff's Harbour - Austrália, e procedente de Mogi-Guaçu, São Paulo.

O material vegetal foi coletado no Horto Florestal pertencente a Champion - Papel e Celulose S.A., no Município de Mogi-Guaçu, SP, situado a 22°20' Latitude S e 46°57' Longitude W, a 630 m de altitude, cujo clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo CWA (STEZER, 1966).

O solo foi classificado como sendo um latossol vermelho-amarelo, barro arenoso.

Para cada idade, foram coletadas amostras de solo, a uma profundidade de 0,20 m, constando as características químicas dos solos na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da análise dos solos, amostradas a 0,20 m de profundidade.

ANÁLISE QUÍMICA ⁽¹⁾								
TALHÕES	pH	C(%)	e.mg/100g terra ⁽²⁾					
			PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
1 ano	5,1	0,84	0,02	0,04	0,16	0,08	0,96	4,20
2 anos	5,1	1,02	0,03	0,05	0,13	0,08	0,96	4,24
3 anos	5,1	0,78	0,04	0,08	0,72	0,08	0,96	4,16
4 anos	5,8	1,32	0,02	0,10	3,13	0,24	0,11	2,88
5 anos	5,0	1,59	0,04	0,06	0,21	0,04	1,60	7,20
6 anos	5,5	0,54	0,02	0,06	2,00	0,08	0,24	2,88
7 anos	5,5	0,81	0,02	0,06	2,48	0,19	0,25	2,88

(1) Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes - ESALQ/USP.

(2) TFSA - Terra fina seca ao ar.

A interpretação dos resultados analíticos de acordo com CATANI e JACINTHO (1974), dos solos em questão, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Interpretação dos resultados analíticos dos solos analisados.

TALHÕES	pH	C%	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
1 ano	acidez média	médio	baixo	baixo	baixo	baixo	alto	médio
2 anos	acidez média	médio	baixo	baixo	baixo	baixo	alto	médio
3 anos	acidez média	médio	baixo	baixo	baixo	baixo	alto	médio
4 anos	acidez média	alto	baixo	baixo	médio	baixo	baixo	médio
5 anos	acidez média	alto	baixo	baixo	baixo	baixo	alto	alto
6 anos	acidez média	médio	baixo	baixo	médio	baixo	baixo	médio
7 anos	acidez média	médio	baixo	baixo	médio	baixo	baixo	médio

Os dados hídricos e de temperatura da região encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Observações pluviométricas e temperatura (média anual) de 1974 a 1978. (Dados fornecidos pela Champion - Papel e Celulose S.A.).

ANO	Temperatura (°C)	Precipitação natural (mm)
1974	16,6	1110,4
1975	21,5	990,5
1976	22,1	688,1
1977	21,1	1198,3
1978	20,7	927,3

O ano de 1976 foi aquele em que a temperatura média foi a maior registrada, e a precipitação a menor, sendo neste ano plantadas árvores que estavam com 2,0 anos de idade na época da coleta. A maior precipitação registrada ocorreu na época de plantio das árvores colhidas com 1,0 ano de idade.

Os talhões utilizados, bem como a idade das culturas, a adubação empregada no plantio e o espaçamento utilizado encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Idade dos povoamentos, adubação (N, P_2O_5 e K_2O) empregadas e espaçamento utilizados nos talhões amostrados.

TALHÃO	Idade (anos)	Adubação (g/planta)			Espaçamento
		N	P_2O_5	K_2O	
142	1	20	68	12	3x2
139	2	20	68	12	3x2
28B	3	20	56	12	3x2
26	4	15	51	09	3x2
137	5	15	58	14	3x2
6	6	15	58	14	3x2
3	7	15	58	14	3x2

As amostras vegetais para análises químicas foram coletadas dos povoamentos citados na Tabela 4, sendo que, para cada idade, foram coletadas 4 árvores.

Tomou-se a altura total de cada árvore, e o DAP (diâmetro da altura do peito, isto é, a 1,30 m do solo). Após, as árvores foram divididas em folhas, ramos ativos e inativos, e o tronco foi dividido em três partes, sendo a primeira retirada da superfície do solo até o DAP (base), e o restante dividido em duas partes iguais (meio e ponta). Os ramos inativos foram considerados aqueles que estavam sem folhas, com aspecto de secos, mas preso à planta.

Todas as partes foram pesadas, e retirou-se uma amostra representativa para cada parte, sendo enviadas para determinação de matéria seca e análise química.

As amostras foram pesadas e lavadas em laboratório, de acordo com as recomendações de SARRUGE e HAAG (1974), e colocadas a secar em estufa de circulação forçada de ar a 70-75°C, até peso constante.

Após peso constante, o material foi moído em moinho tipo Willey e as determinações analíticas dos elementos químicos (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco) obedeceram a metodologia citada por SARRUGE e HAAG (1974).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente de acordo com PIMENTEL GOMES (1976).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Crescimento

5.1.1 - Produção de matéria seca

Os dados referentes ao crescimento das plantas, traduzidos pela acumulação de matéria seca nas partes, e na planta inteira, em função das diferentes idades, encontram-se na Tabela 5.

A análise da variância e as equações de regressão encontram-se resumidas nas Tabelas 6 e 7, respectivamente. Pela primeira, observa-se que houve diferenças no peso de matéria seca para todas as partes e para a planta inteira, em função das idades.

Tabela 5 - Peso de matéria seca (g) da parte aérea de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	2663,75	2522,03	189,21	249,30	886,21	1569,01	8079,51
2	3271,99	2936,06	2035,26	4008,55	9299,65	4693,58	26245,10
3	4856,24	3771,00	1435,47	8435,35	15715,89	8673,20	42887,15
4	2474,97	2182,13	3565,46	14537,67	41280,38	8975,20	73265,83
5	2464,24	3968,50	3133,30	21977,50	54316,41	13524,37	99384,36
6	4673,93	9846,55	2418,61	50892,70	106346,00	18898,55	193076,34
7	2719,26	4061,74	972,11	36511,56	89201,73	15976,82	149463,22

Para meio e base do caule ajustou-se equações de regressão linear, mostrando aumento de peso com o envelhecimento da planta, sendo que, aos 7 anos o peso estimado foi de 98610,87 g para meio do caule e 18524,88 g para base.

Ajustou-se regressão do 2º grau para ramos inativos, sendo que, a máxima acumulação de matéria seca foi de 3047,53 g aos 4,3 anos de idade.

Para ramos ativos, ponta do caule e planta inteira, ajustou-se equações de regressão cúbica, com acúmulo máximo de matéria seca aos 6,0; 6,7 e 6,7 anos de idade respectivamente.

Às folhas, ajustou-se equação de regressão de grau superior a 3.

Tabela 6 - Análise da variância para peso da matéria seca (g) da parte aérea de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.					TOTAL	
		FOLHAS	RAMOS		CAULES			
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio		Base
Idade	6	4287656,168*	27082259,937**	5704560,068*	1359104547,50**	6596838834,00**	152410124,437**	18214669567,5**
Resíduo	21	1297515,857	4363581,644	1992529,264	9461739,44	294137481,250	7043559,912	535129084,00
Total	27							
C.V.(%)		34,48	49,93	71,86	15,76	37,87	25,69	27,33

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 7 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R²), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) do acúmulo de matéria seca (g) da parte aérea de *E. grandis* em função das idades (anos).

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES: $\bar{Y} =$	R ²	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas	n.s. até 3º grau					
Ramos ativos	7228,6018 - 5768,5787 X + 1867,6622 X ² - 154,6743 X ³	43,3	6,0	6444,34	4,0	4181,32
Ramos inativos	-1889,3585 + 2282,5394 X + 263,8296 X ²	78,0	4,3	3047,53	-	-
Caulé da Ponta	17725,5407 - 23080,0267 X + 8464,3835 X ² - 671,2233 X ³	87,3	6,7	41176,52	4,2	20414,82
Caulé do Meio	-25799,0757 + 17772,8494 X	89,4	-	-	-	-
Caulé da Base	-596,2535 + 2731,5900 X	91,4	-	-	-	-
Total	59934,2530 - 70703,9910 X + 28122,4860 X ² - 2276,2430 X ³	91,0	6,7	164028,54	4,1	86729,68

5.1.2 - Altura

Os dados referentes à altura das plantas em função das diferentes idades, encontram-se na Tabela 8. À análise da variância e equação de regressão, encontram-se resumidas nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Pela análise da variância, observa-se que houve diferenças na altura das plantas em função das idades.

Ajustou-se regressão cúbica, com alto coeficiente de determinação para altura das plantas em função das idades, mostrando um valor máximo igual a 2668,70 cm nas plantas com 7,0 anos de idade. A maior velocidade de crescimento representada pelo ponto de inflexão, deu-se aos 2,9 anos.

Tabela 8 - Altura das plantas (cm) de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	Altura (cm)
1	469,75
2	1142,50
3	1184,00
4	2046,25
5	2212,50
6	2628,00
7	2645,00

Tabela 9 - Análise da variância para altura (cm) de plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M. Altura
Idade	6	2800774,9824**
Resíduo	21	10750,9285
Total	27	
C.V.(%)		5,89

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 10 - Equação de regressão, coeficiente de determinação, ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI), para altura (cm = X) de plantas de *E. grandis* em função da idade anos.

PARÂMETRO	EQUAÇÃO $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Altura	$219,8928 + 243,5019X + 81,0565X^2 - 9,4097X^3$	95,9	7,0	2668,70	2,9	1364,61

5.1.3 - Diâmetro (DAP)

Os dados referentes ao diâmetro das plantas, em função das idades, estão resumidos na Tabela 11.

A análise da variância e equação de regressão encontram-se nas Tabelas 12 e 13. Pela primeira, observa-se diferença no diâmetro das plantas em função das idades.

Ajustou-se equação de regressão quadrática, com alto coeficiente de determinação para diâmetro em função das idades, mostrando que as plantas apresentariam um diâmetro máximo de 16,51 cm aos 7,3 anos de idade (estimado).

Tabela 11 - Diâmetro (DAP) das plantas (cm) de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

Idade (anos)	Diâmetro (DAP)
1	4,78
2	8,77
3	12,05
4	12,68
5	13,68
6	17,82
7	15,92

Tabela 12 - Análise da variância para diâmetro - DAP (cm) de plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	Q.M. Diâmetro (DAP)
Idade	6	76,5256**
Resíduo	21	1,0759
Total	27	
C.V.(%)		8,47

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 13 - Equação de regressão, coeficiente de determinação e ponto de máximo (PM) para diâmetro - DAP (cm = X) de plantas de *E. grandis* em função da idade (anos = Y).

PARÂMETRO	EQUAÇÃO $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO	
			X	Y
Diâmetro (DAP)	$1,1642 + 4,2205X - 0,2901X^2$	94,1	7,3	16,51

5.2 - Nitrogênio

5.2.1 - Concentração

Os dados analíticos referentes à concentração de nitrogênio nas partes das plantas em função das idades encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 - Concentração de nitrogênio (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	2,15	0,41	0,32	0,42	0,25	0,22
2	2,30	0,39	0,24	0,40	0,19	0,15
3	1,85	0,40	0,21	0,56	0,18	0,19
4	1,98	0,29	0,21	0,24	0,15	0,13
5	2,02	0,30	0,16	0,27	0,11	0,13
6	1,90	0,35	0,19	0,34	0,13	0,15
7	1,72	0,34	0,22	0,24	0,13	0,14

A análise da variância e equações de regressão estão resumidas nas Tabelas 15 e 16, respectivamente.

Tabela 15 - Análise da variância para concentração de nitrogênio(%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	0,15042**	0,00895*	0,00967**	0,0559**	0,0089**	0,00411**
Resíduo	21	0,03649	0,0033	0,00097	0,01038	0,00102	0,0006
Total	27						
C.V.(%)		9,61	16,28	14,02	28,82	19,52	15,64

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 16 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de mínimo (Pm) do teor de nitrogênio (% = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÍNIMO	
			X	Y
Folhas	$2,2642 - 0,0689X$	59,0	-	-
Ramos ativos	$0,4096 - 0,0141X$	41,5	-	-
Ramos inativos	$0,3921 - 0,0868X + 0,0089X^2$	92,9	4,9	0,18
Caule da Ponta	$0,4925 - 0,0347X$	40,2	-	-
Caule do Meio	$0,3014 - 0,0591X + 0,0050X^2$	94,5	5,9	0,12
Caule da Base	$0,2443 - 0,0408X + 0,3839X^2$	66,3	5,3	0,14

Houve diferenças nas concentrações de N em função das idades para todas as partes estudadas; as maiores concentrações foram encontradas nas folhas e as menores na base do caule.

Ajustou-se regressão linear para as concentrações de N em função das idades para folhas, ramos ativos e ponta do caule, onde os valores decrescem à medida que as plantas envelhecem. Para as demais partes: ramos inativos, meio e base do caule, equação de regressão quadrática com um mínimo de 0,18% aos 4,9 anos; 0,12% aos 5,9 anos e 0,14% aos 5,3 anos de idade, respectivamente.

Aos 2 anos de idade, as folhas apresentaram concentração estimada de 2,13%, o caule 0,23% e os ramos ativos 0,38%. Esses dados mostram semelhança apenas para folhas, com os obtidos por HAAG *et alii* (1963), em plantas com mesma idade cultivadas em solo de cerrado, que foi de 2,22% para folhas; 0,39% para caule e 0,55% para ramos.

LAMB (1977) encontrou valores de até 2,04% de N em folhas de *E. deglupta* com 15 meses de idade em Nova Guiné, e estabeleceu em 2,10% o nível crítico. No presente estudo plantas com a mesma idade apresentaram concentração estimada de 2,16%.

As folhas apresentaram aos 4 e 7 anos teores estimados de 1,99% e 1,78%, respectivamente, sendo que, para a primeira idade, HAAG *et alii* (1977) encontraram valores de 1,81% e para a segunda HAAG *et alii* (1976) encontraram valores de 2,26%.

5.2.2 - Acumulação

As quantidades de nitrogênio acumuladas pelas diversas partes e na planta inteira, em função das idades, e as respectivas análises da variância, encontram-se nas Tabelas 17 e 18. Pela última, observa-se que houve diferenças na acumulação de N em função das idades para todas as partes e para a planta inteira, sendo ajustadas equações de regressão que aparecem na Tabela 19.

Tabela 17 - Quantidades de nitrogênio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades(anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	57,30	10,33	0,57	1,05	2,22	3,36	74,82
2	75,11	11,43	4,96	16,76	17,72	6,77	132,76
3	85,76	14,75	3,19	47,03	28,90	16,09	195,72
4	48,80	6,39	7,44	33,81	62,62	11,71	170,77
5	49,25	12,04	5,09	59,15	60,99	17,37	203,89
6	88,47	34,61	4,25	175,12	142,22	28,04	472,72
7	46,48	13,78	2,12	84,45	116,39	22,90	286,13

Aos acúmulos de nitrogênio nos ramos ativos, no meio e na base do caule e na planta inteira, em função das idades, ajustou-se equações de regressão linear, registrando aumento com a idade das plantas, e acúmulo estimado em 361,19 g aos 7 anos de idade.

Tabela 18 - Análise da variância para quantidades de nitrogênio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.						TOTAL
		FOLHAS	RAMOS		CAULES			
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
Idade	6	1329,7514**	335,3687**	19,9542**	13365,9271**	10683,0369**	302,1830**	66799,76**
Resíduo	21	310,2088	92,4922	7,6275	451,4826	683,9654	17,8491	3847,15
Total	27							
C.V.(%)		27,33	65,14	69,96	35,64	42,47	27,84	28,25

e) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 19 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) do acúmulo de nitrogênio ($g = Y$) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas						
Ramos ativos	$7,0478 + 1,9288X$	20,7	-	-	-	-
Ramos inativos	$-2,6630 + 4,1014X - 0,4897X^2$	70,4	4,2	5,92	-	-
Caulé da Ponta	$60,2218 - 75,9807X + 28,7106X^2 - 2,4186X^3$	66,1	6,2	116,37	4,0	59,25
Caulé do Meio	$-27,5055 + 22,2720X$	86,7	-	-	-	-
Caulé da Base	$0,5393 + 3,6592X$	82,7	-	-	-	-
Total	$30,6858 + 47,2150X$	62,3	-	-	-	-

Para ramos inativos, ajustou-se equação quadrática com acúmulo máximo de 5,92 g, aos 4,2 anos de idade.

Ao caule da ponta, ajustou-se equação de regressão cúbica, com valor máximo de 116,37 g aos 6,2 anos.

Aos 2 anos de idade encontrou-se 5,68 g de N/kg de ramo ativo, 1,96 g de N/kg de caule. HAAG *et alii* (1963) encontraram em *E. grandis* com a mesma idade teores de 5,60 g de N/kg de ramo ativo⁽¹⁾ e 3,98 g de N/kg de caule⁽¹⁾, dados concordantes apenas para ramos ativos.

Em Tivoli na Itália, LUBRANO (1970), trabalhando com *E. viminalis* com 5 anos de idade, observou teores de 1,77 g de N/kg de caule⁽¹⁾ e 2,83 g de N/kg de ramo ativo⁽¹⁾. No presente trabalho, encontrou-se aos 5 anos de idade valores estimados de 1,87 g de N/kg de caule e 2,91 g de N/kg de ramo ativo.

As folhas apresentaram acumulação de nitrogênio em função da idade das plantas, segundo equação de regressão de grau superior a 3. O valor máximo observado foi de 88,47 g aos 6,0 anos de idade.

(1) dados recalculados.

5.3 - Fósforo

5.3.1 - Concentração

Os valores da concentração de fósforo nas partes das plantas, em função das idades, acham-se expostos na Tabela 20.

Tabela 20 - Concentração de fósforo (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	0,13	0,03	0,004	0,05	0,04	0,02
2	0,10	0,03	0,004	0,03	0,01	0,01
3	0,09	0,05	0,004	0,04	0,02	0,02
4	0,10	0,03	0,003	0,03	0,02	0,01
5	0,12	0,03	0,005	0,02	0,01	0,008
6	0,09	0,02	0,003	0,02	0,01	0,01
7	0,09	0,02	0,003	0,02	0,01	0,01

A análise da variância das concentrações de P nas partes das plantas em função das idades encontram-se na Tabela 21, e pode-se observar efeito para todas as partes estudadas, com exceção de ramos inativos.

Aos teores de fósforo em função das idades, ajustaram-se equações de regressão que aparecem na Tabela 22.

Tabela 21 - Análise da variância para concentração de fósforo (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

		Q.M.					
CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	0,0009**	0,0003*	$1,7 \cdot 10^{-6}$	0,0004**	0,0003**	0,00006*
Resíduo	21	0,0001	0,00009	$2,8 \cdot 10^{-6}$	0,00006	0,00004	0,00002
Total	27						
C.V.(%)		13,76	30,12	45,20	24,94	39,54	38,19

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 22 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de fósforo (% = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE MÍNIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$0,1882 - 0,0789X + 0,0208X^2 - 0,0017X^3$	78,6	5,4	0,11	2,9	0,09	4,2	0,10
Ramos ativos	$0,0275 + 0,0067X - 0,0011X^2$	71,3	3,0	0,04	-	-	-	-
Ramos inativos	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Caule da Ponta	$0,0492 - 0,0043X$	81,6	-	-	-	-	-	-
Caule do Meio	$0,0292 - 0,0031X$	52,4	-	-	-	-	-	-
Caule da Base	$0,0185 - 0,0015X$	66,9	-	-	-	-	-	-

Observa-se que para folhas as concentrações de fósforo em função das idades são representadas por equações de regressão cúbica apresentando valor máximo de 0,11% aos 5,4 anos; para ramos ativos, equação de regressão quadrática com máxima concentração de 0,04% aos 3,0 anos, e para os caules da ponta, meio e base, equações de regressão linear, nas quais a concentração diminui com a idade, sendo que os valores limites estimados entre 1 e 7 anos foram 0,04% a 0,02% para ponta do caule; 0,03% a 0,01% para meio do caule e de 0,02% a 0,01% para caule da base.

Aos 2 anos de idade, as concentrações estimadas para folhas, ramos ativos e caule foram respectivamente: 0,10%; 0,04% e 0,02%. Esses valores são diferentes dos obtidos por HAAG *et alii* (1963), que encontraram valores para folhas de 0,17%; para ramos ativos 0,09% e para caule 0,06%.

LACEY *et alii* (1966) observaram que a concentração crítica de P nas folhas em plântulas de *E. grandis* era 0,11%. No presente trabalho, observou-se que plantas com 1 ano de idade apresentaram concentração de 0,13%.

As folhas de plantas com 4 anos de idade apresentaram concentração estimada de 0,10%, e com 7 anos de 0,08%. HAAG *et alii* (1977) encontraram, em folhas sadias de *E. citriodora* com 4 anos de idade, concentração de 0,07% e HAAG *et alii* (1976), em plantas com 7 anos no Município de Mogi-Guaçu, SP, encontraram teores de 0,12%.

Plantas com 5 anos apresentaram concentrações de 0,11% nas folhas; 0,03% nos ramos ativos e 0,02% no caule. LUBRANO (1970) encontrou para *E. viminalis* teores de 0,15% nas folhas; 0,04% nos ramos ativos e 0,04% no caule.

5.3.2 - Acumulação

A Tabela 23 apresenta as quantidades de fósforo acumuladas nas diversas partes e na planta inteira, em função das idades. Na Tabela 24 aparece a análise da variância correspondente, mostrando diferenças no acúmulo de P em função da idade para a planta inteira e para as partes das plantas, exceto para ramos ativos e inativos. Na Tabela 25 encontram-se as equações de regressão.

Tabela 23 - Quantidades de fósforo (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Médias de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	3,42	0,79	0,008	0,12	0,30	0,31	4,96
2	3,44	0,99	0,069	1,36	1,18	0,61	7,64
3	3,96	1,83	0,061	3,35	2,61	1,18	13,00
4	2,40	0,69	0,106	4,70	9,22	1,13	18,24
5	2,92	1,28	0,170	5,35	5,43	1,11	16,27
6	4,42	2,25	0,072	12,66	8,92	1,89	31,93
7	2,36	0,94	0,028	7,30	10,63	1,60	21,15

Tabela 24 - Análise da variância para quantidades de fósforo (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.						TOTAL
		FOLHAS	RAMOS		CAULES			
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
Idade	6	2,3642*	1,3572	0,0113	69,3411**	70,6715**	1,1584**	323,99**
Resíduo	21	0,7852	0,5621	0,0063	2,2353	3,9608	0,1773	8,52
Total	27							
C.V.(%)		27,06	59,78	108,13	30,02	36,37	37,65	18,05

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 25 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) do acúmulo do fósforo ($g = Y$) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Ramos ativos	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Ramos inativos	$-0,0857 + 0,0957X - 0,0111X^2$	68,2	4,3	0,12	-	-
Caulé da Ponta	$3,4049 - 4,5928X + 1,9511X^2 - 0,1703X^3$	79,8	6,2	9,34	3,8	4,83
Caulé do Meio	$-1,3279 + 1,6990X$	76,3	-	-	-	-
Caulé da Base	$0,2120 + 0,2265X$	82,7	-	-	-	-
Total	$8,8667 - 6,4753X + 3,4282X^2 - 0,3157X^3$	80,8	6,1	25,27	3,6	15,37

Para meio e base do caule ajustou-se regressão linear, indicando aumento da concentração com a idade. Os valores acumulados estimados para 1 e 7 anos foram: para meio do caule 0,37 g e 10,57 g e para base do caule de 0,44 g e 1,80 g, respectivamente.

Para ramos inativos, ajustou-se equação de regressão quadrática com um máximo de 0,12 g aos 4,3 anos. Ponta do caule e planta toda, equações de regressão cúbica com valores máximos de 9,34 g aos 6,2 anos de idade e 25,27 g aos 6,1 anos de idade, respectivamente.

Aos 2 anos de idade, encontrou-se acúmulo estimado de P de 0,23 g/kg de caule. HAAG *et alii* (1963) encontraram, para plantas com mesma idade e mesma espécie, teor de 0,37 g de P/kg de caule⁽¹⁾.

Plantas com 5 anos de idade apresentaram teores estimados de 0,15 g de P/kg de caule. LUBRANO (1970) encontrou em *E. viminalis* com a mesma idade, valor de 0,39 g de P/kg de caule⁽¹⁾.

Com relação às folhas e ramos ativos, as acumulações de P em função da idade da planta foram representadas por equações de regressão de grau superior a 3. Os valores máximos observados foram: 4,42 g para folhas e 2,25 g para ramos ativos aos 6,0 anos de idade.

(1) dados recalculados.

5.4 - Potássio

5.4.1 - Concentração

Observa-se nos dados da Tabela 26, as concentrações de potássio nas partes das plantas, em função das idades. Na Tabela 27, encontra-se a respectiva análise da variância, mostrando diferenças nas concentrações de potássio em função da idade para todas as partes estudadas, exceto para ramos ativos.

Na Tabela 28 aparecem as equações de regressão. Para ramos inativos ajustou-se equação de regressão linear, a qual mostra decréscimo na concentração de potássio com a idade. Para ponta do caule ajustou-se equação de regressão quadrática, com concentração mínima de 0,16% aos 5,0 anos de idade.

Tabela 26 - Concentração de potássio (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	0,52	0,26	0,09	0,47	0,35	0,27
2	0,57	0,31	0,05	0,37	0,16	0,13
3	0,76	0,20	0,06	0,20	0,11	0,17
4	0,69	0,28	0,04	0,22	0,13	0,11
5	0,63	0,27	0,03	0,18	0,09	0,06
6	0,57	0,22	0,04	0,15	0,09	0,11
7	0,71	0,27	0,03	0,18	0,09	0,06

Tabela 27 - Análise da variância para concentração de potássio (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	0,0312*	0,0060	0,0018*	0,0592**	0,0356**	0,0207**
Resíduo	21	0,0098	0,0069	0,0006	0,0074	0,0037	0,0011
Total	27						
C.V.(%)		15,62	32,13	52,97	33,70	41,88	26,36

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 28 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de potássio (% = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE MÍNIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$0,1335 + 0,4615X - 0,1173X^2 + 0,0089X^3$	68,7	3,0	0,70	5,7	0,61	4,4	0,66
Ramos ativos	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Ramos inativos	$0,0817 - 0,0083X$	68,7	-	-	-	-	-	-
Caule da Ponta	$0,6307 - 0,1710X + 0,0154X^2$	94,1	-	-	5,5	0,16	-	-
Caule do Meio	$0,5993 - 0,3215X + 0,0665X^2 - 0,0044X^3$	95,3	5,9	0,10	4,1	0,09	5,0	0,09
Caule da Base	$0,4010 - 0,1765X + 0,0353X^2 - 0,0024X^3$	82,9					4,8	0,09

Para folhas, meio e base do caule ajustaram-se equações de regressão de 3º grau, com concentração máxima de 0,70% aos 3,0 anos de idade para folhas, e 0,10% aos 5,9 anos de idade para o meio do caule.

Plantas com a idade de 1 ano apresentaram concentração foliar estimada de 0,49%, e com 8 meses de idade de 0,69%. ROGERS e WESTMAN (1977), em *E. obliqua* com aproximadamente 1 ano de idade, e KAUL *et alii* (1968), com *E. grandis*, com 8 meses de idade, encontraram 0,08% e 0,8%, respectivamente.

Aos 7 e aos 5 anos de idade, as folhas apresentaram concentrações estimadas de 0,69% e 0,63%, respectivamente. HAAG *et alii* (1977) encontraram em *E. grandis* com 7 anos de idade teor de 0,58% e LUBRANO (1970), em plantas de *E. viminalis* com 5 anos de idade, teor de 0,75%.

Ainda LUBRANO (1970) encontrou no caule teor de 0,22%, sendo que no presente trabalho, aos 5 anos de idade, o teor estimado obtido foi de 0,10%.

5.4.2 - Acumulação

As quantidades de potássio acumuladas pelas diversas partes e pela planta inteira, em função das idades, e as respectivas análises da variância, encontram-se nas Tabelas 29 e 30. Pela última observa-se diferenças no acúmulo de potássio em função das idades, para planta inteira, caules e folhas.

Para todas as partes estudadas e para a planta inteira, em função das idades, ajustaram-se equações de regressão, que aparecem na Tabela 31.

Tabela 29 - Quantidades de potássio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Médias de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	13,66	6,40	0,16	1,16	3,11	4,20	28,69
2	18,72	9,40	0,99	14,88	15,43	5,96	65,37
3	35,93	7,73	0,81	17,20	17,14	14,03	92,83
4	17,12	5,97	1,47	30,74	52,71	9,98	117,98
5	15,67	11,30	1,09	40,88	46,66	8,54	124,15
6	27,72	22,65	0,80	76,85	98,18	19,25	245,47
7	18,97	11,30	0,28	67,09	85,52	9,66	192,82

Tabela 30 - Análise da variância para quantidades de potássio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

		Q.M.					
CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	FOLHAS	RAMOS		CAULES		TOTAL
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	
Idade	6	249,7140**	129,9650	0,8323	3132,2338**	5290,6468**	102,5302** 22013,8466**
Resíduo	21	75,8088	61,8436	0,5884	160,2583	1167,4390	4,7609 2648,3018
Total	27						
C.V. (%)		41,24	73,65	95,80	35,62	75,03	21,33 41,53

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 31 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) e ponto de máximo (PM) do acúmulo de potássio ($g = Y$) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO	
			X	Y
Folhas	n.s. até 3º grau	-	-	-
Ramos ativos	$4,2798 + 1,5995X$	36,8	-	-
Ramos inativos	$-0,5751 + 0,9015X - 0,1115X^2$	83,8	4,0	1,25
Caule da Ponta	$-13,7990 + 12,3356X$	90,7	-	-
Caule do Meio	$-17,6437 + 15,7952X$	88,0	-	-
Caule da Base	$-0,6044 + 4,9905X - 0,4564X^2$	44,0	5,5	13,04
Total	$-2,3714 + 31,5684X$	84,5	-	-

Aos acúmulos de K no ramo ativo, ponta e meio do caule, e para a planta inteira, em função das idades, ajustaram-se equações de regressão linear, mostrando aumento no acúmulo com o envelhecimento da planta. A planta inteira acumulou 218,61 g de potássio em 7,0 anos de idade.

Para ramos inativos e base do caule, ajustaram-se equações de regressão de 2º grau, com acúmulo máximo igual a 1,25 g aos 4,0 anos de idade e 13,04 g aos 5,5 anos de idade, respectivamente.

Aos 2 anos de idade encontrou-se 3,90 g de K/kg de ramo ativo e 2,21 g de K/kg de caule. HAAG *et alii* (1963) encontraram em *E. grandis* com a mesma idade, teores de 5,72 g de K/kg de ramo ativo⁽¹⁾ e 5,07 g de K/kg de caule⁽¹⁾.

LUBRANO (1970), trabalhando com *E. viminalis* com 5 anos de idade, observou teores de 2,25 g de K/kg de caule⁽¹⁾ e 2,64 g de K/kg de ramo ativo⁽¹⁾. Neste trabalho, encontrou-se aos 5 anos de idade valores estimados de 1,42 g de K/kg de caule e 2,14 g de K/kg de ramo ativo.

As folhas apresentaram acúmulo de K em função da idade das plantas, segundo equação de regressão superior a cúbica. O valor máximo observado foi de 27,72 g aos 6,0 anos de idade.

(1) dados recalculados.

5.5 - Cálcio

5.5.1 - Concentração

Os valores da concentração de cálcio nas partes das plantas, em função das idades, acham-se na Tabela 32.

Tabela 32 - Concentração de cálcio (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	0,70	0,44	1,12	0,34	0,19	0,15
2	0,38	0,33	0,50	0,17	0,09	0,09
3	0,63	0,65	1,10	0,37	0,26	0,25
4	0,56	0,42	0,70	0,32	0,20	0,33
5	0,54	0,24	0,26	0,14	0,07	0,10
6	0,69	0,76	0,65	0,31	0,18	0,44
7	0,72	0,69	0,76	0,34	0,22	0,31

A análise da variância das concentrações de K nas partes das plantas, em função das idades, encontram-se na Tabela 33. O efeito das idades nas concentrações de cálcio nas partes foi avaliado por equações de regressão, que aparecem na Tabela 34.

Tabela 33 - Análise da variância para concentração de cálcio (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	0,0588**	0,1517**	0,3805**	0,0323	0,0207**	0,0704**
Resíduo	21	0,0114	0,0328	0,0360	0,0143	0,0028	0,0088
Total	27						
C.V.(%)		17,72	35,97	26,13	41,49	30,87	39,22

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 34 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de cálcio (% = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $\hat{Y}$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE MÍNIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$0,7182 - 0,1103X + 0,0164X^2$	39,3	-	-	3,4	0,53	-	-
Ramos ativos	$0,3367 + 0,0417X$	20,9	-	-	-	-	-	-
Ramos inativos	$1,3096 - 0,2926X + 0,0293X^2$	29,1	-	-	5,0	0,58	-	-
Caule da Ponta	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-	-	-
Caule do Meio	$0,0632 + 0,1357X - 0,0438X^2 + 0,0039X^3$	15,0	2,2	0,19	5,2	0,14	3,7	0,17
Caule da Base	$0,0903 + 0,0372X$	36,8	-	-	-	-	-	-

Aos teores de cálcio nos ramos ativos e na base do caule foram ajustadas equações de regressão linear, sendo que ambos apresentaram aumento de concentração com a idade. Aos 7,0 anos de idade apresentaram concentrações estimadas de 0,63% e 0,35% respectivamente.

Os teores de cálcio nas folhas e nos ramos inativos, em função das idades, foram representados por equações de regressão quadrática, apresentando concentrações máximas iguais a 0,75% aos 7 anos para folhas, e 1,05% com 1 ano de idade para ramos inativos. HAAG *et alii* (1977), em plantas de *E. grandis* com 7 anos de idade, encontraram teores de cálcio nas folhas de 0,38%, dado bem menor ao encontrado no presente trabalho.

Folhas de plantas com 5 anos de idade apresentaram teores estimados de 0,58%, diferente do obtido por LUBRANO (1970) com *E. viminalis* que foi de 0,78%.

Ajustou-se regressão cúbica para meio do caule, apresentando concentração máxima de 0,19% aos 2,2 anos de idade.

Para ponta do caule, a concentração de cálcio em função das idades das plantas obedeceu a regressão linear de grau superior à cúbica. A concentração máxima observada foi de 0,37% aos 3,0 anos de idade e a mínima de 0,14% aos 5,0 anos de idade.

5.5.2 - Acumulação

As quantidades de cálcio acumuladas em função da idade das plantas, e a análise da variância, encontram-se respectivamente nas Tabelas 35 e 36. Pela última, verifica-se que houve efeito para a planta inteira e para as partes, exceção feita aos ramos inativos.

Aos efeitos foram ajustadas equações de regressão, que aparecem na Tabela 37.

Tabela 35 - Quantidades de cálcio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	18,56	11,22	2,02	0,91	1,68	2,37	36,77
2	12,18	9,70	10,26	7,29	7,99	4,47	51,90
3	30,40	29,31	15,76	30,04	42,26	20,49	168,18
4	13,90	9,09	27,53	45,88	80,09	29,62	206,11
5	13,45	9,49	8,23	30,38	36,17	13,49	111,20
6	31,60	67,84	17,61	123,03	195,38	83,04	555,07
7	17,49	27,01	6,93	159,61	196,99	50,55	424,00

Tabela 36 - Análise da variância para quantidades de cálcio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

		Q.M.						
CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	FOLHAS	RAMOS		CAULES		TOTAL	
			ATIVOS	INATIVOS	PONTA	MEIO		BASE
Idade	6	257,3985**	1837,6817**	284,0136	14709,9056**	27775,9687**	3338,9907**	153607,8**
Resíduo	21	55,8308	184,1891	160,8740	511,7038	2709,3494	234,0545	5680,6
Total	27							
C.V.(%)		34,47	58,05	100,60	39,87	65,00	52,48	33,97

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 37 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de máximo (PM) do acúmulo de cálcio ($g = Y$) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES Y_{PM}	R^2	PONTO DE MÁXIMO	
			X	Y
Folhas	n.s. até 3º grau	-	-	-
Ramos ativos	2,8380 + 5,1356X	26,8	-	-
Ramos inativos	-10,1185 + 13,8403X - 1,6317X ²	56,5	4,2	19,23
Caulé da Ponta	-39,1716 + 23,9765X	73,0	-	-
Caulé do Meio	-56,2910 + 34,0932X	78,1	-	-
Caulé da Base	-12,9455 + 10,5235X	61,9	-	-
Total	-79,6895 + 75,3956X	69,1	-	-

As quantidades de cálcio dos ramos ativos, meio e base do caule e para a planta inteira em função das idades são representadas por equações de regressão linear, aumentando a concentração à medida que a planta envelhece. Em plantas com 7,0 anos de idade, encontra-se um total acumulado, estimado em 448,08 g.

Para ramos inativos ajustou-se equação de regressão quadrática, sendo estimado um acúmulo máximo de 19,23 g, obtido em plantas com 4,2 anos de idade.

Nos ramos ativos, aos 2 anos de idade, a quantidade foi 6,86 g de Ca/kg de ramos ativos, inferior a 10,60 g de Ca/kg de ramos ativos⁽¹⁾ encontrada por HAAG *et alii* (1963), em plantas com mesma idade.

Nas folhas aos 7 anos de idade, a quantidade observada foi 5,38 g/kg de folha, inferior à obtida por LUBRANO (1970), em *E. viminalis*, que foi de 7,69 g/kg de folha⁽¹⁾.

O acúmulo de Ca nas folhas em função da idade das plantas obedecem equação de grau superior a 3. O valor máximo observado foi de 31,60 g, aos 6,0 anos de idade.

(1) dados recalculados.

5.6 - Magnésio

5.6.1 - Concentração

Os dados analíticos referentes às concentrações de magnésio nas partes das plantas, em função das idades, encontram-se na Tabela 38.

Tabela 38 - Concentração de magnésio (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	0,22	0,07	0,11	0,10	0,06	0,04
2	0,17	0,08	0,05	0,08	0,03	0,02
3	0,16	0,09	0,08	0,11	0,06	0,05
4	0,15	0,05	0,03	0,06	0,04	0,02
5	0,20	0,08	0,03	0,07	0,02	0,02
6	0,16	0,14	0,03	0,11	0,04	0,05
7	0,19	0,12	0,02	0,10	0,04	0,04

A análise da variância e as respectivas equações de regressão, estão resumidas nas Tabelas 39 e 40, respectivamente.

Tabela 39 - Análise da variância para concentração de magnésio (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	0,0023	0,0035**	0,0040**	0,0014	0,0007**	0,0006**
Resíduo	21	0,0011	0,0013	0,0004	0,0010	0,0002	0,0001
Total	27						
C.V.(%)		18,27	40,49	39,04	33,91	32,21	30,70

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 40 - Equações de regressão, coeficientes de determinação(R^2) e ponto de mínimo (Pm) do teor de magnésio (% = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÍNIMO	
			X	Y
Folhas	$0,2382 - 0,0356X + 0,0041X^2$	47,3	4,3	0,16
Ramos ativos	$0,0553 + 0,0084X$	37,5	-	-
Ramos inativos	$0,1307 - 0,0334X + 0,0026X^2$	74,7	6,3	0,02
Caule da Ponta	n.s.	-	-	-
Caule do Meio	$0,0542 - 0,0033X$	27,8	-	-
Caule da Base	n.s. até 3º grau	-	-	-

Com exceção às folhas e ponta do caule, houve diferenças nas concentrações de Mg em função das idades para todas as outras partes estudadas.

Para ramos ativos e meio do caule, ajustaram-se equações de regressão linear, sendo que no primeiro caso, a concentração aumenta com o envelhecimento da planta e para o segundo caso, a concentração diminui com o aumento da idade.

Ajustou-se, para folhas e ramos inativos, equações de regressão quadráticas, com um mínimo de concentração de 0,16% aos 4,3 anos de idade para folhas, e de 0,02% aos 6,3 anos de idade para ramos inativos. HAAG *et alii* (1977), em *E. citriodora* de 4 anos de idade, encontraram teores nas folhas sem sintoma de deficiência, de 0,18% e em folhas com sintomas acentuados teor de 0,12%. LAMB (1976), em *E. deglupta*, com 4 anos de idade, encontrou, em folhas de alto da copa, teores de aproximadamente 0,23%.

As folhas com 1,3 anos de idade apresentaram concentração de 0,20%, teor dentro da faixa obtida por LAMB (1977), com *E. deglupta*, que foi de 0,13% a 0,42%. Com 7 anos de idade o teor encontrado foi de 0,19%, valor próximo ao encontrado por HAAG (1977), com *E. grandis* que foi de 0,15%.

Para base do caule, a concentração de magnésio em função das idades das plantas obedeceu equação de regressão de grau superior a 3. Os valores máximos e mínimos observados foram 0,05% e 0,02%, respectivamente.

5.6.2 - Acumulação

As quantidades de magnésio acumuladas pelas partes e pela planta inteira em função das idades, e a respectiva análise da variância, encontram-se nas Tabelas 41 e 42. Por esta última, verifica-se que houve efeito para a planta inteira e para as partes, exceto para ramos inativos.

Ajustou-se equações de regressão para acumulação de Mg em função das idades, que aparecem na Tabela 43.

Tabela 41 - Quantidades de magnésio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Médias de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	5,78	1,78	0,19	0,27	0,51	0,63	9,16
2	5,43	2,36	1,04	3,44	2,94	1,51	16,37
3	7,26	4,04	1,12	8,92	10,21	4,39	35,93
4	3,58	1,00	0,99	9,35	17,37	2,24	34,54
5	4,88	3,18	0,94	15,29	11,73	2,70	38,72
6	7,38	12,23	0,71	54,92	41,08	9,40	125,72
7	5,10	4,77	0,25	36,69	37,68	5,72	86,22

Tabela 42 - Análise da variância para quantidades de magnésio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		TOTAL
			Ativos	Inativos	Caule	Meio	
Idade	1	7,2177**	56,8997**	0,5824	1601,4878**	934,3567**	37,3492** 6938,99**
Resíduo	21	1,9608	7,4735	0,2958	48,6613	224,1945	5,6160 417,52
Total	27						
C.V.(%)		24,86	65,18	72,51	37,89	89,19	63,23 41,26

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 43 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) do acúmulo de magnésio ($g = Y$) em função da idade (anos = $= X$) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Partes ativas	$0,2135 + 0,9951X$	32,5	-	-	-	-
Partes inativas	$-0,2877 + 0,7301X - 0,0941X^2$	86,9	3,9	1,13	-	-
Caulé da Ponta	$19,2904 - 23,7153X + 8,0314X^2 - 0,5950X^3$	77,0	7,1	42,80	4,5	20,97
Caulé do Meio	$-8,5421 + 6,3326X$	80,1	-	-	-	-
Caulé do Base	$-0,5496 + 1,0744X$	57,7	-	-	-	-
Total	$-15,1511 + 16,1684$	70,3	-	-	-	-

Para ramos ativos, meio e base do caule e para as plantas inteiras, ajustaram-se equações de regressão linear, mostrando que a acumulação aumenta com o aumento da idade, tendo um acúmulo total aos 7 anos de 92,03 g.

Para ramos inativos, ajustou-se equação de regressão quadrática, acusando um máximo de acumulação de 1,13 g aos 3,9 anos da idade.

Para ponta do caule, ajustou-se regressão cúbica com máximo de acumulação de 42,80 g aos 7,1 anos de idade.

Aos 2 anos de idade, registrou-se acúmulo estimado nos ramos ativos de 1,16 g/kg de ramo ativo, sendo que HAAG *et alii* (1963), em *E. grandis* encontraram valor de 2,09 g/kg de ramo ativo⁽¹⁾, acúmulo bem superior.

Aos 5 anos de idade, observou acúmulo estimado de 0,91 g de Mg/kg de ramo ativo; e de 0,52 g de Mg/kg de caule, sendo que LUBRANO (1970), com *E. viminalis*, encontrou teores de 1,28 g/kg de ramo ativo⁽¹⁾ e 0,98 g/kg de caule⁽¹⁾.

Ao acúmulo de Mg nas folhas em função das idades das plantas, ajustou-se equação de regressão de grau superior à cúbica. O valor máximo observado foi de 7,38 g aos 6,0 anos de idade.

(1) dados recalculados.

5.7 - Enxofre

5.7.1 - Concentração

Na Tabela 44 aparecem os dados analíticos da concentração de S nas partes das plantas, em função das idades. Na Tabela 45, a análise da variância, mostrando que não houve diferenças nas concentrações de S nas partes, em função da idade das plantas.

Tabela 44 - Concentração de enxofre (%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	0,19	0,09	0,06	0,07	0,05	0,08
2	0,18	0,08	0,08	0,07	0,04	0,07
3	0,22	0,12	0,08	0,08	0,12	0,14
4	0,21	0,12	0,14	0,07	0,09	0,05
5	0,16	0,07	0,05	0,11	0,12	0,07
6	0,25	0,12	0,10	0,08	0,11	0,06
7	0,16	0,06	0,09	0,06	0,05	0,04

Para folhas, a concentração média observada foi de 0,25% em plantas com 6 anos de idade; e 0,16% em plantas com 7 anos de idade. HAAG *et alii* (1976) encontraram, nas folhas de plantas de *E. grandis* com 7 anos de idade, teor de 0,24%, superior ao do presente trabalho.

Tabela 45 - Análise da variância para concentração de enxofre(%) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	0,0040	0,0031	0,0032	0,0012	0,0049	0,0036
Resíduo	21	0,0036	0,0055	0,0045	0,0020	0,0078	0,0063
Total	27						
C.V.(%)		30,38	78,08	77,41	58,99	103,92	106,12

(* e **). = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Plantas com 1 ano de idade apresentaram concentração média observada de 0,19%, superior à encontrada por ROGERS & WESTMAN (1977), com *E. signata* de 0,10%, e inferior à encontrada por KAUL *et alii* (1968), com *E. grandis*, que foi de 0,33%.

Para ramos ativos, a concentração média observada variou de 0,12% até 0,06%. Em ramos inativos esta variação foi de 0,14% até 0,06%.

Em plantas com 7 anos de idade, a concentração na ponta, meio e base do caule, tiveram as menores variações na concentração, de 0,06% a 0,04% e, em plantas com 3 anos de idade, tivemos a

maior variação, de 0,14% a 0,08%.

Para todas as idades, as maiores concentrações encontradas foram observadas nas folhas.

5.7.2 - Acumulação

Os dados de acumulação de enxofre nas partes e planta inteira, em função das idades das plantas, estão resumidos na Tabela 46; e através da análise da variância na Tabela 47. Pode-se observar que houve diferenças para partes e total, exceto para meio e base do caule, em função das idades das plantas.

Aos dados foram ajustadas equações de regressão que aparecem na Tabela 48, para representar as quantidades acumuladas de enxofre.

Tabela 46 - Quantidades de enxofre (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	5,19	2,28	0,11	0,18	0,48	1,21	9,44
2	6,09	2,36	1,44	2,86	4,63	3,99	21,37
3	10,36	3,67	1,16	6,57	21,77	12,46	55,98
4	5,32	2,84	4,82	9,80	36,38	4,96	64,12
5	3,98	3,17	1,51	22,72	67,55	10,52	109,46
6	10,92	8,74	1,90	39,78	85,89	12,23	159,47
7	4,43	2,27	0,95	21,06	47,64	6,42	82,77

Tabela 47 - Análise da variância para quantidades de enxofre (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		TOTAL
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	
Idade	6	32,1842**	21,5297*	8,8350*	783,3753**	4031,4155	76,9093 10643,4**
Resíduo	21	6,9785	7,0073	2,9786	60,8880	2296,7081	64,9595 2292,2
Total	27						
C.V.(%)		39,94	73,14	101,59	53,05	126,91	108,90 66,68

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 48 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo e ponto de inflexão (PI) do acúmulo de enxofre ($g = Y$) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Ramos ativos	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Ramos inativos	$-0,0198 + 2,2285X - 0,2615X^2$	47,3	4,2	2,76	-	-
Caulé da Ponta	$22,1123 - 29,2256X + 10,4831X^2 - 0,8943X^3$	85,8	6,0	30,98	3,9	14,62
Caulé do Meio	$-12,2095 + 12,4929X$	72,3	-	-	-	-
Caulé da Base	n.s.	-	-	-	-	-
Total	$-6,7212 + 19,6307$	67,6	-	-	-	-

Para meio do caule e planta inteira foram ajustadas equações de 1º grau, mostrando que a quantidade aumenta com o envelhecimento da planta. Aos 7 anos a planta inteira acumulou 130,69 g de S, quantidade maior que Mg e P e menor que N, K e Ca.

Ajustou-se equação de regressão quadrática para ramos inativos, com um máximo de 2,76 g aos 4,2 anos de idade, e regressão cúbica para ponta do caule, com um máximo de 30,98 g aos 6,0 anos de idade.

Nas folhas e nos ramos ativos, não foi possível ajustar-se equações de regressão até 3º grau. Os valores máximos observados foram 10,92 g e 8,74 g aos 6,0 anos, respectivamente.

5.8 - Boro

5.8.1 - Concentração

Os dados analíticos da concentração de boro nas partes das plantas, em função das idades, encontram-se resumidos na Tabela 49, e sua respectiva análise da variância na Tabela 50. Através desta última, observa-se que não foi possível detectar diferenças nas concentrações de boro nas plantas.

Aos dados de concentração foram ajustadas equações de regressão linear para ponta e meio do caule, como mostra a Tabela 51.

Tabela 49 - Concentração de boro (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	29,2	13,8	20,0	12,5	9,5	7,2
2	23,8	12,2	13,5	10,2	7,5	8,0
3	20,5	6,2	14,0	6,8	4,0	6,0
4	20,2	13,5	14,0	6,2	4,0	5,2
5	32,3	14,2	9,8	7,2	5,0	6,0
6	21,8	11,0	12,0	8,2	4,8	6,0
7	23,2	8,5	12,5	6,8	4,5	6,8

Tabela 50 - Análise da variância para concentração de boro (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	84,7490	35,9048	39,8928	21,0357	17,4881	3,4524
Resíduo	21	44,8300	26,7143	45,8452	14,0714	11,3214	10,5833
Total	27						
C.V.(%)		27,40	45,51	49,50	45,27	60,01	50,32

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 51 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) do teor de boro (ppm = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2
Folhas	n.s.	-
Ramos ativos	n.s.	-
Ramos inativos	n.s.	-
Caule da Ponta	$11,2500 - 0,7410X$	48,7
Caule do Meio	$8,3928 - 0,6964X$	51,8
Caule da Base	n.s.	-

Tanto para ponta como para meio do caule, os dados estimados de concentração mostram que estas diminuem com o envelhecimento das plantas.

Aos 7 anos de idade, registrou-se para ponta e meio do caule teores de 6,06 ppm e 3,52 ppm, respectivamente. Com 1 ano de idade a ponta do caule apresentou 10,51 ppm de B e meio do caule 7,70 ppm.

5.8.2 - Acumulação

Os dados das quantidades de boro acumuladas pelas partes e pela planta inteira, em função das idades, estão resumidos na Tabela 52, e sua análise da variância e equações de regressão nas Tabelas 53 e 54, respectivamente.

Tabela 52 - Quantidades de boro (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	77,96	34,90	3,77	3,01	8,48	11,36	139,49
2	50,72	36,39	27,02	40,38	71,78	38,13	292,12
3	100,63	17,79	21,91	60,45	63,57	52,78	313,13
4	78,42	30,06	44,96	91,72	161,78	47,55	426,81
5	81,00	59,64	30,98	155,79	277,03	81,34	685,78
6	102,15	105,74	34,71	426,92	569,40	110,51	1349,44
7	64,52	33,16	11,64	243,08	410,83	107,10	870,33

Pela análise da variância, observa-se efeito na acumulação de boro pelos ramos ativos, caule e total das plantas, em função das idades.

Tabela 53 - Análise da variância para quantidades de boro (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

		Q.M.						
CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
			Ativo	Inativo	Ponta	Meio	Base	
Idade	6	1345,3292	3454,8122**	781,0283	86866,3397**	170831,1160**	5438,7954**	704629,209**
Resíduo	21	1381,9670	864,7673	526,7957	6079,2717	41376,1769	729,7669	91815,097
Total	27							
C.V. (%)		46,85	64,80	91,81	53,44	91,10	42,14	51,97

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 54 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) do acúmulo de boro (mg = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES Y =	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas	n.s.	-	-	-	-	-
Ramos ativos	$131,5264 - 121,1981X + 37,5011X^2 - 3,1372X^3$	62,1	5,7	78,11	4,0	45,53
Ramos inativos	$-19,2213 + 26,6197X - 3,1129X^2$	76,5	4,3	37,69	-	-
Caule da Ponta	$191,4698 - 239,1254X + 83,1626X^2 - 6,7170X^3$	77,1	6,4	306,57	4,1	148,87
Caule do Meio	$-121,8393 + 86,2771X$	81,3	-	-	-	-
Caule da Base	$-1,6806 + 16,4480X$	92,8	-	-	-	-
Total	$-84,9582 + 166,9928X$	73,9	-	-	-	-

Ajustou-se equações de regressão de 1º grau, para meio e ponta do caule e para a planta inteira, observando-se, nos 3 casos, que a acumulação aumenta com o envelhecimento das plantas. A acumulação aos 7 anos de idade foi de 1083,99 mg.

Para ramos inativos, ajustou-se equações de regressão de 2º grau, com um máximo de acúmulo de 37,69 mg aos 4,3 anos de idade.

Ajustou-se, para ramos ativos e ponta do caule, equações de regressão de 3º grau, onde apresentaram máxima acumulação aos 5,7 e 6,4 anos, respectivamente. Para ramos ativos, o ponto de inflexão correspondeu a um acúmulo de 45,53 mg aos 4,0 anos e para ponta do caule 148,87 mg aos 4,1 anos de idade da planta.

5.9 - Cobre

5.9.1 - Concentração

Os dados analíticos referentes à concentração de cobre nas partes das plantas, em função das idades, encontram-se na Tabela 55, e a respectiva análise da variância na Tabela 56. Observa-se, por esta última, que houve efeitos para partes, exceto para ramos inativos.

Aos dados de concentração foram ajustadas equações de regressão, que aparecem na Tabela 57.

Tabela 55 - Concentração de cobre (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	7,0	9,0	2,2	9,8	4,8	4,0 0
2	7,8	9,2	4,0	7,2	3,8	2,2
3	11,2	15,2	7,0	8,2	3,8	4,0
4	9,2	7,8	4,5	6,0	5,5	2,8
5	11,0	6,2	6,0	3,5	1,2	1,5
6	6,5	10,5	3,8	6,2	2,2	2,2
7	5,2	7,5	4,2	6,5	2,8	1,5

Tabela 56 - Análise da variância para concentração de cobre (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	20,952*	34,5714**	9,6190	15,285**	8,5595*	4,4047**
Resíduo	21	6,762	8,3333	4,4405	3,000	2,9286	0,7738
Total	27						
C.V.(%)		31,38	30,85	46,46	25,52	49,91	33,74

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 57 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de mínimo (Pm) do teor de cobre (ppm = $\hat{Y}$) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $\hat{Y} =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE MÍNIMO	
			X	Y	X	Y
Folhas	$3,3571 + 3,7619X - 0,5059X^2$	75,7	3,7	10,35	-	-
Ramos ativos	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Ramos inativos	$0,3928 + 2,4940X - 0,2916X^2$	54,5	4,3	5,72	-	-
Caule da Ponta	$12,2857 - 2,6845X + 0,2619X^2$	67,5	-	-	5,1	5,41
Caule do Meio	$5,0714 - 0,4107X$	36,8	-	-	-	-
Caule da Base	$4,0357 - 0,3571X$	54,0	-	-	-	-

Para ramos ativos, a concentração de cobre em função da idade é representada por equação de regressão de grau superior a 3.

Para meio e base do caule foram ajustadas equações de regressão linear, sendo que estas mostram diminuição na concentração com o aumento da idade das plantas. Plantas com 1 ano de idade, apresentaram teores de 4,66 ppm e 3,68 ppm e plantas com 7 anos, teores de 2,20 ppm e 1,54 ppm, respectivamente, para caule do meio e caule da base.

As folhas, ramos inativos e ponta do caule, ajustaram-se equações de regressão quadrática, com um máximo de concentração para folhas e ramos inativos de 10,35 ppm aos 3,7 anos e 5,72 ppm aos 4,3 anos de idade., respectivamente, e para ponta do caule concentração mínima de 5,41 ppm aos 5,1 anos de idade.

Folhas com 1 ano de idade apresentaram concentração de 6,61 ppm, dado próximo ao encontrado por ROGERS e WESTMMAN (1977), com *E. signata* que foi de 5,50 ppm.

Aos 4 anos de idade, as folhas apresentaram concentração de 10,31 ppm, dados superiores aos encontrados por HAAG *et alii* (1977), com *E. citriodora*, que acharam 7,00 ppm.

Aos 7 anos de idade, as folhas apresentaram concentração de 4,90 ppm, sendo que HAAG *et alii* (1976), com a mesma espécie, encontraram teor de 6,00 ppm.

5.9.2 - Acumulação

As quantidades de cobre acumuladas pelas partes e pela planta inteira, em função das idades, aparecem na Tabela 58, e na Tabela 59 a respectiva análise da variância. Observa-se por esta última, que houve efeito das idades na acumulação de cobre para planta inteira, folhas, ramos ativos, ponta e base do caule.

Ajustou-se equações de regressão que aparecem na Tabela 60.

Tabela 58 - Quantidades de cobre (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	18,81	22,50	0,38	2,45	4,20	6,20	54,56
2	26,06	26,66	8,53	29,53	30,35	9,72	130,86
3	46,81	62,39	10,63	67,62	66,58	33,88	287,91
4	22,02	16,66	16,54	83,68	225,53	24,35	388,81
5	26,71	26,57	19,89	75,54	72,21	20,38	241,30
6	30,40	96,38	8,64	315,10	281,74	42,33	540,63
7	14,60	30,13	3,83	233,54	234,84	23,70	774,60

Tabela 59 - Análise da variância para quantidades de cobre (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

		Q.M.						
CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	FOLHAS	RAMOS		CAULES		TOTAL	
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio		Base
Idade	6	432,5271**	3324,5765**	183,6468	52565,3338**	50835,3595	639,8012**	245989,863**
Resíduo	21	56,3450	571,1532	83,0810	1162,6794	21894,6716	72,3817	32919,665
Total	27							
C.V.(%)		28,34	59,47	93,18	29,56	113,14	37,09	52,51

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 60 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de máximo (PM) do acúmulo de cobre (mg = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES Y =	R^2	PONTO DE MÁXIMO	
			X	Y
Folhas	$9,6970 + 12,6273X - 1,6859X^2$	40,0	3,7	33,34
Ramos ativos	n.s. até 3º grau	-	-	-
Ramos inativos	$-12,5878 + 13,7323X - 1,6279X^2$	85,9	4,2	16,37
Caule da Ponta	$-66,4085 + 45,4400X$	73,3		
Caule do Meio	$-40,6901 + 42,8676X$	67,5	-	-
Caule da Base	$-7,7616 + 14,2635X - 1,3176X^2$	55,6	5,4	30,84
Total	$-40,0607 + 96,3962X$	70,5	-	-

Aos ramos ativos adaptou-se regressão de grau superior a 3, sendo que o valor máximo observado foi de 96,38 mg aos 6,0 anos de idade.

Para ponta e meio do caule, e para a planta inteira, ajustaram-se equações de regressão linear, com acumulação aumentando com o envelhecimento das plantas. Aos 7,0 anos de idade, a planta inteira acumulou 634,71 mg de cobre.

Para as folhas, ramos inativos e base do caule, ajustaram-se equações de regressão quadrática, com um máximo de acúmulo de 33,34 mg, aos 3,7 anos, 16,37 mg aos 4,2 anos e 30,84 mg aos 5,4 anos de idade, respectivamente.

As folhas com 1 ano de idade apresentaram teores estimados de 6,61 mg/kg de folha, dados próximos aos obtidos por ROGERS e WESTMAN (1977), com *E. signata*, que foi de 5,50 mg/kg de folha⁽¹⁾. Com 1 ano e meio encontrou-se 7,86 mg/kg de folha, sendo que o mesmo autor encontrou teor de 5,50 mg/kg de folha⁽¹⁾.

Em folhas com 4 anos de idade, encontrou-se 10,31 mg/kg de folha, sendo que HAAG *et alii* (1977), com *E. citriodora*, encontraram teores menores, 7,00 mg/kg de folha⁽¹⁾. Para folhas com 7 anos, encontrou-se 4,90 mg/kg de folha, sendo que HAAG *et alii* (1976), com *E. grandis* encontrou teor de 6,00 mg/kg de folha⁽¹⁾, mais elevado que o do presente trabalho.

(1) dados recalculados.

5.10 - Ferro

5.10.1 - Concentração

Os dados analíticos referentes à concentração de ferro, nas partes das plantas em função das idades, encontram-se na Tabela 61..

A análise da variância e as respectivas equações de regressão, estão resumidas nas Tabelas 62 e 63, respectivamente.

Tabela 61 - Concentração de ferro (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	205,8	67,0	93,8	36,8	18,8	8,5
2	183,2	71,5	56,2	13,5	12,0	5,0
3	220,0	87,5	94,0	20,5	27,8	11,0
4	228,0	76,8	107,0	13,8	23,0	16,8
5	190,8	60,8	133,2	9,5	4,8	7,2
6	185,0	72,5	149,0	15,0	19,0	19,2
7	182,2	47,2	237,5	12,8	19,5	17,5

Tabela 62 - Análise da variância para concentração de ferro (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.				
		FOLHAS	RAMOS		CAULES	
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio Base
Idade	6	1413,1191	643,9524	13523,905**	334,905**	223,4762 126,6428**
Resíduo	21	864,9048	550,7262	1270,250	23,393	155,5833 16,5833
Total	27					
C.V.(%)		14,76	33,99	28,65	27,80	69,99 33,44

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 63 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de ferro (ppm = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES Y_{ss}	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE MÍNIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Ramos ativos	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Ramos inativos	$108,7500 - 28,6190X + 6,5059X^2$	93,3	-	-	2,2	77,28	-	-
Caule da Ponta	$57,9642 - 29,1329X + 6,0535X^2 - 0,4028X^3$	77,4	6,0	14,10	4,0	12,51	5,0	13,30
Caule do Meio	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Caule da Base	$4,7857 + 1,8482X$	50,3	-	-	-	-	-	-

Houve diferenças nas concentrações de Fe em função das idades para ramos inativos, ponta e base do caule, sendo que nessas partes, as concentrações mais altas ocorreram nos ramos inativos, para todas as idades.

Ajustou-se, para base do caule, equação de regressão linear, mostrando um aumento na concentração com o aumento da idade. Aos 7,0 anos, a concentração estimada foi de 17,72 ppm.

Para ramos inativos, ajustou-se equação de regressão quadrática, com alto coeficiente de determinação. Os dados indicam que a concentração foi de 77,28 ppm aos 2,2 anos de idade.

Ajustou-se, para ponta do caule, equação de regressão cúbica, mostrando uma concentração máxima de 14,10 ppm aos 6,0 anos de idade, e uma inflexão aos 5,0 anos de idade, com concentração de 13,30 ppm.

5.10.2 - Acumulação

As quantidades de ferro acumuladas pelas diversas partes das plantas, e na planta inteira, em função das idades, e a respectiva análise da variância, encontram-se nas Tabelas 64 e 65.

Por esta última observa-se que, com exceção das folhas e ramos inativos, as demais partes e a planta inteira mostraram diferenças em função das idades.

Tabela 64 - Quantidade de ferro (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Médias de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	544,68	167,68	16,38	9,05	16,09	13,43	767,31
2	598,35	209,84	127,35	54,02	87,46	22,82	1099,85
3	1099,37	375,32	129,48	160,23	529,58	91,61	2385,60
4	569,38	163,29	427,50	192,37	930,88	147,01	2430,42
5	471,54	263,64	410,37	195,15	267,22	97,71	1705,63
6	868,37	714,64	361,41	760,07	2167,53	350,32	5222,34
7	490,80	189,52	219,55	460,52	1702,36	280,75	3343,50

Ajustou-se equações de regressão que aparecem na Tabela 66, onde observa-se que, para folhas e ramos ativos, as equações ajustadas são de grau superior à cúbica. Para ponta do caule, registrou-se equação de regressão cúbica, com acumulação máxima de 546,28 mg aos 6,8 anos de idade, e com uma inflexão aos 4,2 anos, correspondendo a uma acumulação de 277,02 mg de ferro.

Para as demais partes, ramos inativos, meio e base do caule, e para a planta inteira, ajustou-se regressão linear, com aumento na concentração com o envelhecimento da planta. Aos 7 anos de idade, a planta inteira acumulou 4060,69 mg.

Tabela 65 - Análise da variância para quantidades de ferro (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.							TOTAL
		FOLHAS		RAMOS		CAULES			
		Ativos	Inativos	Caule	Meio	Base			
Idade	6	217236,9716	156945,7103**102815,7566	276265,9050**	2786187,5019**65261,2919**9127820,14**				
Resíduo	21	88506,6373	37628,0221	53261,4678	3479,7007	430470,2892	2794,9748	1050247,405	
Total	27								
C.V.(%)		44,86	65,16	95,48	22,55	80,56	36,87	42,31	

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 66 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) do acúmulo de ferro ($mg = Y$) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES Y_{mg}	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Ramos ativos	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Ramos inativos	$47,6506 + 48,5175X$	42,7	-	-	-	-
Caule da Ponta	$224,0951 - 278,4359X + 102,5968X^2 - 8,0415X^3$	71,8	6,8	546,28	4,2	277,02
Caule do Meio	$-465,0687 + 319,8787X$	68,6	-	-	-	-
Caule da Base	$-65,6262 + 52,2513X$	78,1	-	-	-	-
Total	$237,2955 + 546,1995X$	61,0	-	-	-	-

5.11 - Manganês

5.11.1 - Concentração

A tabela 67 apresenta as concentrações de manganês nas partes das plantas, em função das idades. Na Tabela 68 encontra-se a respectiva análise da variância, mostrando diferenças na concentração em função das idades, para todas as partes, exceto para ramos ativos e ponta do caule.

Tabela 67 - Concentração de manganês (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos) Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	823,5	260,5	286,2	189,8	106,8	98,0
2	336,0	284,5	242,0	136,8	78,8	62,5
3	344,5	170,2	146,5	142,0	59,8	51,8
4	191,8	89,2	37,5	105,5	19,5	13,2
5	478,0	230,8	129,2	134,0	39,8	51,8
6	465,8	306,0	68,5	237,5	37,0	59,5
7	400,2	266,2	83,2	190,5	22,2	27,5

Ajustou-se equações de regressão para as partes em função das idades, que aparecem na Tabela 69.

Tabela 68 - Análise da variância para concentração de manganês (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	154728,1667**	22913,9046	33843,238**	8197,2023	4059,702**	2922,952**
Resíduo	21	7878,1070	9045,4762	2040,345	4090,1190	459,083	317,107
Total	27						
C.V.(%)		20,44	41,42	31,83	39,41	41,23	34,22

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 69 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de manganês (ppm = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES Y =	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE MÍNIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$1658,0357 - 1087,8502X + 263,1696X^2 - 19,0694X^3$	88,3	6,0	486,39	3,1	246,56	4,6	366,48
Ramos ativos	$365,7857 - 97,9494X + 12,7873X^2$	41,4	-	-	3,8	178,15	-	-
Ramos inativos	$405,2500 - 117,6398X + 10,3601X^2$	84,4	-	-	5,7	71,30	-	-
Caulé da Ponta	$227,3571 - 55,0327X + 7,7529X^2$	52,2	-	-	3,5	129,70	-	-
Caulé do Meio	$141,3214 - 38,3214X + 3,1964X^2$	88,8	-	-	6,0	26,46	-	-
Caulé da Base	$188,3214 - 109,7857X + 25,6428X^2 - 1,8750X^3$	74,8	5,7	48,44	3,4	37,78	4,6	43,11

Observa-se equações de regressão cúbica para folhas e base do caule, registrando-se uma concentração máxima de 486,39 ppm aos 6,1 anos para folhas, e 48,44 ppm aos 5,7 anos de idade para base do caule.

Para as demais partes, ajustaram-se equações de regressão quadrática, com um mínimo de concentração de 178,15 ppm aos 3,8 anos de idade para ramos ativos, 71,30 ppm aos 5,7 anos para ramos inativos, 129,70 ppm aos 3,5 anos para ponta do caule, e 26,46 ppm aos 6,0 anos para o meio do caule.

Aos 4 anos de idade, encontrou-se teor estimado de 296,90 ppm nas folhas, sendo que HAAG *et alii* (1977), com *E. citriodora*, encontraram teor de 390,00 ppm. Aos 7 anos de idade, encontrou-se, nas folhas, teor estimado de 397,58 ppm, sendo que HAAG *et alii* (1976), com a mesma espécie, encontraram teor de 452,00 ppm. É muito variável a tolerância na concentração de Mn nos tecidos das plantas nas diferentes espécies, pois WINTERHALER (1963) observou, em *E. gumifera* teor de 130,00 ppm nas folhas, acima do qual ele tornava-se tóxico e, em *E. saligna*, teor de até 4.250,00 ppm, sem que a planta mostrasse sintoma de toxidez.

5.11.2 - Acumulação

As quantidades de manganês acumuladas pelas partes e pela planta inteira, aparecem na Tabela 70, na Tabela 71 a respectiva análise da variância e, na Tabela 72, as equações de regressão.

Tabela 70 - Quantidades de manganês (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Médias de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	2154,12	652,22	53,24	49,04	95,38	154,92	3158,93
2	1078,27	874,41	514,30	583,85	718,24	299,97	4069,05
3	1607,80	637,01	207,12	1123,64	900,47	425,07	4901,12
4	472,41	201,40	140,58	1517,85	793,56	116,28	3242,08
5	1154,65	937,10	429,45	2819,99	2216,84	716,34	8274,37
6	2265,14	2963,75	210,00	12108,62	4738,45	1215,54	23501,51
7	1075,93	1041,37	81,30	6838,67	1908,38	450,53	11396,18

Através da Tabela 71, observa-se que, com exceção do meio do caule, as demais partes, bem como a planta inteira, mostraram diferenças em função das idades.

Tabela 71 - Análise da variação para quantidades de manganês (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.						
		FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
Idade	6	1658655,48**	3169832,686**	121855,643**	77109710,813**	9668199,3046	580731,249**	214740905,6
Resíduo	21	255266,85	463034,790	29518,327	2252443,287	4619812,0273	126721,689	17946626,8
Total	27							
C.V.(%)		36,06	65,18	73,51	51,95	132,31	73,75	50,65

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 72 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) do acúmulo de manganês (mg = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES Y =	R ²	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas	4254,1245 - 2670,3679X + 675,0792X ² - 50,3308X ³	41,5	6,0	1609,54	4,5	1271,09
Ramos ativos	2657,5809 - 2356,4499X + 701,7602X ² - 55,5633X ³	40,1	6,1	1783,92	4,2	1028,93
Ramos inativos	19,8189 + 160,5774X - 21,4207X ²	22,9	3,7	320,76	-	-
Caulé da Ponta	5926,2361 - 7288,4023X + 2340,6928X ² - 178,6527X ³	71,6	6,7	8435,58	4,4	3858,80
Caulé do Meio	-489,2075 + 528,4208X	53,9	-	-	-	-
Caulé da Base	840,8461 - 848,2110X + 293,4796X ² - 25,3118X ³	54,0	5,8	855,23	3,9	485,12
Total	16264,7469 - 16132,2803X + 5097,5884X ² - 404,6792X ³	63,2	6,3	15766,60	4,2	8442,81

Para meio do caule, ajustou-se equação de regressão de 1º grau, aumentando o acúmulo com o aumento da idade das plantas, sendo que aos 7 anos registrou-se um teor estimado de 3209,74 mg.

Para ramos inativos, ajustou-se equação de regressão de 2º grau, com um máximo de 320,76 mg aos 3,7 anos de idade.

Para as demais partes e a planta inteira, ajustou-se equações de 3º grau, registrando um acúmulo máximo, para folhas, de 1609,54 mg aos 6,0 anos de idade; para ramos ativos 1783,92 mg aos 6,1 anos; para ponta do caule 8435,58 mg aos 6,7 anos; para base do caule 855,23 mg aos 5,8 anos e para a planta inteira 15766,60 mg aos 6,3 anos de idade.

Folhas com 7 anos de idade acumularam 397,58 mg/kg de folha, dados próximos aos obtidos por HAAG *et alii* (1976), com a mesma espécie, na mesma região:

5.12 - Molibdênio

5.12.1 - Concentração

Os dados analíticos referentes à concentração de molibdênio nas partes das plantas em função das idades aparecem na Tabela 73.

A análise da variância e as respectivas equações de regressão estão resumidas nas Tabelas 74 e 75, respectivamente.

Tabela 73 - Concentração de molibdênio (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	0,04	0,04	0,02	0,03	0,05	0,03
2	0,04	0,03	0,05	0,03	0,02	0,03
3	0,09	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05
4	0,08	0,06	0,12	0,08	0,04	0,06
5	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07
6	0,07	0,03	0,09	0,06	0,04	0,05
7	0,06	0,03	0,09	0,03	0,03	0,04

Tabela 74 - Análise da variância para concentração de molibdênio (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	0,0013	0,0006	0,0055	0,0016	0,0005	0,0008
Resíduo	21	0,0007	0,0004	0,0030	0,0024	0,0008	0,0010
Total	27						
C.V.(%)		42,34	52,77	82,64	103,58	66,81	68,67

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 75 - Equações de regressão, coeficientes de determinação (R^2) e ponto de máximo (PM) do teor de molibdênio (ppm = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO	
			X	Y
Folhas	$0,0060 + 0,0325X - 0,0037X^2$	70,3	4,4	0,08
Ramos ativos	n.s.	-	-	-
Ramos inativos	$0,0207 + 0,0115X$	45,0	-	-
Caule da Ponta	n.s.	-	-	-
Caule do Meio	n.s.	-	-	-
Caule da Base	n.s.	-	-	-

Não houve diferenças nas concentrações de molibdênio em função das idades, para nenhuma das partes estudadas.

Para ramos inativos, ajustou-se equação de regressão de 1º grau, mostrando aumento na concentração com aumento da idade, sendo que plantas com 1,0 ano de idade continham um teor estimado de 0,03 ppm e plantas com 7,0 anos de idade, um teor estimado de 0,10 ppm.

Para folhas, ajustou-se equação de regressão de 2º grau, mostrando uma concentração máxima de 0,08 ppm aos 4,4 anos de idade, sendo que a menor concentração estimada entre 1,0 e 7,0 anos de idade foi obtida nas folhas, com 1,0 ano de idade, as quais registraram teor de 0,03 ppm.

5.12.2 - Acumulação

As quantidades de molibdênio acumuladas pelas diversas partes das plantas e pela planta inteira, em função das idades, e a respectiva análise da variância, estão resumidas nas Tabelas 76 e 77. Por esta última observa-se diferenças no acúmulo de molibdênio em função das idades para a planta inteira e para as partes, exceto para ramos ativos e inativos.

Tabela 76 - Quantidades de molibdênio (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Médias de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	0,10	0,11	0,01	0,01	0,04	0,04	0,31
2	0,14	0,09	0,10	0,12	0,23	0,14	0,82
3	0,40	0,13	0,05	0,44	0,82	0,41	2,25
4	0,19	0,14	0,68	1,36	1,71	0,52	4,60
5	0,16	0,16	0,16	1,07	2,84	0,98	5,40
6	0,27	0,25	0,20	2,99	3,80	0,82	8,32
7	0,14	0,11	0,09	1,08	3,31	0,60	5,34

Para todas as partes estudadas e para a planta inteira, em função das idades, ajustou-se equações de regressão, que aparecem na Tabela 78.

Tabela 77 - Análise da variância para quantidades de molibdênio (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.						
		FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
Idade	6	0,0433*	0,0112	0,0279	4,1228*	9,2325**	0,4596**	32,8872**
Resíduo	21	0,0119	0,0053	0,1830	1,5823	2,1444	0,1655	6,1978
Total	27							
C.V.(%)		54,02	51,26	234,45	124,61	80,42	80,79	64,52

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 78 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e ponto de máximo (PM) do acúmulo do molibdênio (mg = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES Y_{ms}	R^2	PONTO DE MÁXIMO	
			X	Y
Folhas	$0,0050 + 0,1223X - 0,0146X^2$	28,9	4,2	0,26
Ramos ativos	n.s.	-	-	-
Ramos inativos	n.s.	-	-	-
Caule da Ponta	$-0,3598 + 0,3423X$	53,0	-	-
Caule do Meio	$-0,8856 + 0,6766X$	92,6	-	-
Caule da Base	$-0,0106 + 0,1285X$	67,1	-	-
Total	$-0,8846 + 1,1858X$	79,8	-	-

Ao acúmulo de molibdênio nas folhas, ajustou-se equação de regressão quadrática, registrando um acúmulo máximo de 0,26 mg aos 4,2 anos de idade.

Ajustou-se, para ponta, meio e base do caule, e também para a planta inteira, equações de regressão de 1º grau, sendo que todas mostram aumento na acumulação com o envelhecimento da planta. Registrou-se, para a planta inteira, teor estimado de 0,30 mg com 1,0 ano de idade; e com 7,0 anos de idade, 7,42 mg.

5.13 - Zinco

5.13.1 - Concentrações

Os dados analíticos referentes à concentração de zinco nas partes das plantas, em função das idades, encontram-se na Tabela 79. A análise da variância e as respectivas equações de regressão, estão resumidas nas Tabelas 80 e 81.

Tabela 79 - Concentração de zinco (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Média de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES		
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
1	15,0	4,0	3,2	7,0	6,2	2,8
2	15,5	6,0	1,2	5,0	8,0	1,0
3	22,8	9,0	4,2	13,8	2,2	3,2
4	14,2	5,8	3,7	3,2	4,0	1,0
5	14,2	9,0	2,5	2,0	1,2	1,0
6	12,2	8,2	1,2	3,0	1,2	1,0
7	12,5	4,5	2,2	2,5	1,0	1,5

Tabela 80 - Análise da variância para concentração de zinco (ppm) pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base
Idade	6	49,9523**	17,6548	5,4881	68,369**	30,6428*	3,6547**
Resíduo	21	10,4285	10,0238	3,0238	9,4524	8,2381	0,6904
Total	27						
C.V.(%)		21,22	47,66	65,80	58,96	83,71	50,58

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 81 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM), ponto de mínimo (Pm) e ponto de inflexão (PI) do teor de zinco (ppm = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE MÍNIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y	X	Y
Folhas	$4,8214 + 12,6359X - 3,4464X^2 + 0,2569X^3$	57,9	2,6	18,89	6,4	11,88	4,5	15,39
Ramos ativos	$0,8571 + 3,5000X - 0,4107X^2$	58,4	4,3	8,31	-	-	-	-
Ramos inativos	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Caule da Ponta	$-2,3928 + 11,6230X - 3,5387X^2 + 0,2847X^3$	47,1	2,2	9,09	6,0	1,45	4,1	5,27
Caule do Meio	$7,7500 - 1,0807X$	71,1	-	-	-	-	-	-
Caule da Base	$2,5000 - 0,2142X$	23,4	-	-	-	-	-	-

Houve diferenças nas concentrações de zinco em função das idades para todas as partes, exceto para ramos ativos e inativos. As maiores concentrações foram encontradas nas folhas e as menores na base do caule.

Ajustou-se equações de regressão linear para meio e base do caule, onde os valores decrescem com o envelhecimento das plantas, sendo que plantas com 1,0 ano de idade registraram teores estimados de 6,67 ppm e 2,28 ppm para meio e base do caule, respectivamente.

Para ramos ativos, ajustou-se regressão quadrática, com uma concentração máxima de 8,31 ppm aos 4,3 anos de idade. Para folhas e ponta do caule, equações de regressão cúbica, com uma concentração máxima de 18,89 ppm aos 2,6 anos e mínima de 11,88 ppm aos 6,4 anos para folhas; para ponta do caule, máxima de 9,09 ppm aos 2,2 anos e mínima de 1,45 ppm aos 6 anos de idade.

Aos 7,0 anos de idade, registrou-se nas folhas concentração estimada de 12,53 ppm, bem inferior à obtida por HAAG *et alii* (1976), com *E. grandis* na mesma região, que foi de 39,00 ppm.

Aos 4,0 anos, encontrou-se nas folhas teor estimado de 16,67 ppm, valor bem próximo ao encontrado por HAAG *et alii* (1977), com *E. citriodora*. Com 1 ano de idade, obteve-se nas folhas 14,27 ppm, sendo que ROGERS e WESTMAN (1977), com *E. signata*, encontraram 11,40 ppm.

5.13.2 - Acumulação

As quantidades acumuladas de zinco nas partes das plantas, e na planta inteira, em função das idades, estão resumidas na Tabela 82.

Tabela 82 - Quantidades de zinco (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos). Médias de 4 repetições.

IDADE (anos)	FOLHAS	RAMOS		CAULES			TOTAL
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base	
1	39,22	10,10	0,68	1,82	5,56	4,18	61,56
2	49,72	18,16	2,55	21,38	79,06	4,69	175,56
3	110,55	43,61	5,17	122,00	36,90	27,49	345,71
4	34,91	12,90	14,82	43,63	165,07	8,97	280,30
5	35,53	35,02	6,58	43,92	62,98	13,52	197,55
6	57,10	75,32	3,38	127,05	146,10	18,90	427,86
7	34,21	18,16	2,11	108,37	89,20	23,82	275,86

A análise da variância e as respectivas equações de regressão estão resumidas nas Tabelas 83 e 84.

Houve diferenças nas quantidades acumuladas, para to das as partes e para a planta inteira, em função das idades.

Tabela 83 - Análise da variância para quantidades de zinco (mg) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função das idades (anos).

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	Q.M.					
		FOLHAS	RAMOS		CAULES		TOTAL
			Ativos	Inativos	Ponta	Meio	
Idade	6	3000,7195**2154,8839**	89,6502*	10499,2912**12861,2258**	339,4722**	57434,157**	
Resíduo	21	613,6563	461,3256	32,9764	1418,6587	2996,7921	49,7191
Total	27						9844,075
C.V.(%)		48,00	70,50	113,93	56,32	65,52	48,59
							39,36

(* e **) = quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 84 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2), ponto de máximo (PM) e ponto de inflexão (PI) do acúmulo de zinco ($mg = Y$) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.

PARTES DA PLANTA	EQUAÇÕES $Y =$	R^2	PONTO DE MÁXIMO		PONTO DE INFLEXÃO	
			X	Y	X	Y
Folhas	n.s. até 3º grau	-	-	-	-	-
Ramos ativos	$11,9048 + 4,6401X$	18,6	-	-	-	-
Ramos inativos	$-7,5130 + 7,9320X - 0,9587X^2$	58,8	4,1	8,89	-	-
Caule da Ponta	$2,1835 + 16,1743X$	46,5	-	-	-	-
Caule do Meio	$24,8268 + 14,6817X$	31,3	-	-	-	-
Caule da Base	$-18,0851 + 26,5275X - 6,6945X^2 + 0,5390X^3$	50,9	3,3	15,92	4,1	15,25
Total	$42,6851 + 137,0115X - 12,6651X^2$	57,0	5,4	327,86	-	-

Para ramos ativos, ponta e meio do caule, ajustou-se equações de regressão linear, onde as quantidades acumuladas aumentam com o envelhecimento da planta. Aos 7,0 anos de idade, registrou-se 44,39 mg; 115,40 mg e 127,60 mg, respectivamente.

Para ramos inativos e planta inteira, adaptou-se regressão quadrática, registrando-se acumulação máxima de 8,89 mg aos 4,1 anos de idade, para o primeiro, e 327,86 mg aos 5,4 anos de idade, para o segundo.

Ajustou-se, para base do caule, equação de regressão cúbica, com uma acumulação máxima de 15,92 mg aos 3,3 anos de idade e com uma maior velocidade de acumulação (inflexão) aos 4,1 anos de idade.

Folhas com 1,0 e 4,0 anos de idade, apresentaram quantidades observadas de 15,00 mg/kg de folha e 14,2 mg/kg de folha respectivamente, dados próximos aos encontrados por ROGERS e WESTMAN (1977) e HAAG *et alii* (1977).

5.14 - Extração de Nutrientes

Na Tabela 85 encontram-se as quantidades de nutrientes acumuladas pelas partes e pela planta inteira, nas idades de máximo acúmulo.

Tabela 85 - Quantidades de nutrientes extraídas pelas partes de *E. grandis* em função das idades (anos entre parênteses), nos pontos de máxima acumulação.

NUTRIENTES	FOLHAS	RAMOS		CAULES			Total/Planta	Total/ha ⁽³⁾
		Ativos	Inativos	Ponta	Meio	Base		
				gramas				kg
N	88,47(6,0) ¹	20,55(7,0)	5,92(4,2)	116,37(6,2)	128,40(7,0)	26,15(7,0)	361,19(7,0)	541,78
P	4,42(6,0) ¹	2,25(6,0) ¹	0,12(4,3)	9,34(6,2)	10,57(7,0)	1,80(7,0)	25,27(6,1)	37,90
K	27,72(6,0) ¹	15,47(7,0)	1,25(4,0)	72,55(7,0)	92,92(7,0)	13,04(5,5)	218,61(7,0)	327,92
Ca	31,60(6,0) ¹	38,79(7,0)	19,23(4,2)	143,84(7,0)	182,36(7,0)	60,72(7,0)	448,08(7,0)	672,12
Mg	7,38(6,0) ¹	7,18(7,0)	1,13(3,9)	42,80(7,1)	35,79(7,0)	6,97(7,0)	92,03(7,0)	138,04
S	10,92(6,0) ¹	8,74(6,0) ¹	2,76(4,2)	30,98(6,0)	75,24(7,0)	7,40(1-7) ²	130,69(7,0)	196,04
				miligramas				gramas
B	102,15(6,0) ¹	78,11(5,7)	37,69(4,3)	306,57(6,4)	482,10(7,0)	113,46(7,0)	1083,99(7,0)	1625,98
Cu	33,34(3,7) ¹	96,38(6,0) ¹	16,37(4,2)	251,67(7,0)	259,38(7,0)	30,84(5,4)	634,71(7,0)	952,06
Fe	868,37(6,0) ¹	714,64(6,0) ¹	387,27(7,0)	546,28(6,8)	1774,08(7,0)	300,13(7,0)	4060,69(7,0)	6091,04
Mn	1609,32(6,0)	1783,92(6,1) ¹	320,76(3,7) ¹	8435,58(6,7)	3209,74(7,0)	855,23(5,8)	15766,60(6,3)	23649,90
Mo	0,26(4,2) ¹	0,25(6,0) ¹	0,68(4,0) ¹	2,04(7,0)	3,85(7,0)	0,89(7,0)	7,42(7,0)	11,13
Zn	57,10(6,0) ¹	44,39(7,0)	8,89(4,1)	115,40(7,0)	127,60(7,0)	15,92(3,3)	327,86(5,4)	491,79

(1) Dados observados.

(2) Dados médios entre 1 a 7 anos de idade.

(3) Calculado em função de 1.500 plantas/ha.

Entre os macronutrientes, o cálcio é o elemento mais extraído, vindo a seguir em ordem decrescente: nitrogênio, potássio, enxofre, magnésio e fósforo. Tanto HAAG *et alii* (1963) no Brasil, como LUBRANO (1970) na Itália, também observaram que o cálcio era o elemento mais extraído, e o fósforo o menos.

Entre os micronutrientes, o elemento extraído em maior quantidade foi o manganês, vindo a seguir, em ordem decrescente: ferro, boro, cobre, zinco e molibdênio.

O nitrogênio foi o macronutriente que mais se acumulou nas folhas; e o cálcio nas demais partes das plantas. Para os micronutrientes, o ferro foi o que mais se acumulou nos ramos inativivos, e o manganês nas demais partes das plantas.

Para as quantidades de nutrientes no meio do caule, a idade de máximo acúmulo foi de 7,0 anos de idade. Nas demais partes, as idades oscilaram conforme mostra os dados.

Na Tabela 86 são apresentadas as quantidades de nutrientes acumuladas pela planta, em porcentagem do máximo, nas idades estudadas.

Tabela 86 - Porcentagem de nutrientes acumulados em plantas de *E. grandis* nas idades estudadas.

NUTRIENTES	IDADE (anos)							Extração/ planta/ ano
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	
N	21,6	34,6	47,7	60,8	73,9	86,9	100	g 47,0
P	21,8	28,1	46,6	69,7	90,0	99,9	_(1)	_(1)
K	13,4	27,8	42,2	56,7	85,6	85,6	100	31,5
Ca	8,2 ⁽²⁾	15,9	32,7	49,5	83,2	83,2	100	75,3
Mg	1,1	18,7	36,2	53,8	89,0	89,0	100	16,2
S	9,9	24,9	39,9	54,9	85,0	85,0	100	19,6
B	7,6	23,0	38,4	53,8	84,6	84,6	100	mg 166,9
Cu	8,9	24,1	39,2	54,4	84,8	84,8	100	96,5
Fe	19,3	32,8	46,2	59,6	86,6	86,6	100	548,2
Mn	30,6	7,3	17,9	46,9	98,8	98,8	_(1)	_(1)
Mo	4,0	20,1	36,0	52,0	84,0	84,0	100	1,2
Zn	24,9	55,1	77,6	92,3	99,4	_(1)	_(1)	_(1)

(1) Vide texto.

(2) Dado observado.

Para todos os nutrientes, exceto para P, Mn e Zn, houve acumulação crescente pelas plantas, com aumento da idade, O ponto de máxima velocidade de acumulação para o fósforo ocorreu aos 3,6 anos de idade, com uma taxa de acumulação de 23,1% do total extraído, por ano; para o manganês aos 4,2 anos de idade uma taxa de 51,9%.

Para zinco entre 1,0 e 2,0 anos de idade ocorreu a maior variação na taxa de acumulação, 30,2%.

Aos 6,0 anos de idade, 99,9% do fósforo e 98,8% do manganês total foi extraído, e aos 5,0 anos de idade 99,4% do zinco total extraído.

Entre 3,0 e 4,0 anos de idade, observou-se uma extração em torno de 50% do total extraído para todos os elementos, exceto para Ca, Mn e Zn. Para o zinco, 92,3% do total foi extraído até 4,0 anos de idade, para o cálcio 49,5% aos 4,0 anos, e para o manganês 46,9% aos 4,0 anos de idade.

5.15 - Exportação de Nutrientes

Na Tabela 87 encontram-se as quantidades de nutrientes exportados pelo caule das plantas com 7,0 anos de idade. As quantidades exportadas por ha, são baseadas na produção da cultura em volume real com casca, conforme VEIGA (1972), o qual acusou 355,44 m³/ha.

Observamos para todos os nutrientes altas porcentagem de exportação pela cultura, sendo que o magnésio foi o mais exportado do total extraído. Para os macronutrientes, o cálcio foi o nutriente exportado em maior quantidade, 580,38 kg/ha; para micronutrientes, foi o manganês, com 18202,70 g/ha.

Tabela 87 - Quantidades de nutrientes e porcentagem da extração, exportado pelo caule de *E. grandis* com 7,0 anos de idade.

NUTRIENTE	Exportação Extração/planta	Exportação Extração/ha ⁽¹⁾	% exportada da Extração Total
	g	kg	
N	260,14	390,21	72,0
P	20,18	31,22	86,9
K	177,43	266,15	81,2
Ca	386,92	580,38	86,4
Mg	85,47	128,21	92,9
S	106,11	159,17	81,2
	mg	g	
B	884,16	1326,24	81,6
Cu	538,57	807,86	84,9
Fe	2618,23	3927,35	64,5
Mn	12135,13	18202,70	84,8
Mo	6,78	10,17	91,4
Zn	258,92	388,38	87,5

(1) Considerando 1.500 plantas/ha, com produção em volume real com casca de 355,44 m³/ha.

6. CONCLUSÕES

Crescimento

- A produção máxima de matéria seca ocorre nas plantas com 6,7 anos de idade.

- A maior produção de matéria seca para meio e base do caule ocorre aos 7,0 anos, e para ponta do caule aos 6,7 anos de idade.

- A altura máxima atingida ocorre aos 7,0 anos de idade, e o diâmetro máximo ocorre depois dos 7,0 anos de idade das plantas.

Concentração de Nutrientes

- As maiores concentrações de nutrientes nas plantas ocorre nas folhas, exceto para cálcio, cobre e manganês.

- A concentração dos elementos nas partes varia de maneira a

evidenciar translocação dos mesmos dentro do vegetal.

- As concentrações de N, P, K diminuem quando se comparam plantas com 1,0 e 7,0 anos de idade, exceção ao K nas folhas. Aos demais nutrientes, o comportamento varia em função da parte analisada.

Extração de Nutrientes

- Os macronutrientes N, P, Ca, Mg e S acumulam, respectivamente, 13,0%; 14,4%; 16,8%; 17,6% e 15,0% da quantidade total extraída, por ano.

- Os micronutrientes B, Cu, Fe e Mo acumulam, respectivamente, 15,4%; 15,2%; 13,5% e 16,1% da quantidade total extraída, por ano.

- Mais de 98% do fósforo e do manganês são acumulados até 6,0 anos de idade; 99,4% do zinco aos 5,0 anos de idade.

- O cálcio é o macronutriente mais extraído, seguido, em ordem decrescente de: N, K, S, Mg e P.

- O manganês é o micronutriente mais extraído, seguido, em ordem decrescente de: Fe, B, Cu, Zn e Mo.

Exportação de Nutrientes

- Em porcentagem da extração pela planta, o magnésio é o nutriente mais exportado pela colheita do caule, vindo a seguir, em ordem decrescente: Mo, Zn, P, Ca, Cu, Mn, B, K = S, N e Fe.

7. SUMMARY

Concentration, Accumulation and Exportation of Nutrients by *E. grandis* (Hill, ex-Maiden) of Different Ages.

Leaves, stems plus bark and branches of *E. grandis* (Hill, ex-Maiden) from one year up - to seven years old, situated on a soil type "latossol vermelho-amarelo, barro arenoso" (Orthox) belonging to the Champion Paper and Celulose Company at Mogi-Guaçu, SP, Brasil, were collected. The materials were analysed for N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Mo and Zn by the conventional methods.

The author concluded

- The maximum dry matter yield occurs at the age of 6,7 years old tree.

- The maximum height occurs with 7 years old tree and the maximum diameter (measured at 1,30 m. from ground), after 7 years.

- The leaves presents the highest concentration of N, P, K, Mg, S, B, Fe, Mn, and Zn in all parts of the nutrients.

- The maximum quantities of nutrients were detected at the following age of the tree: Zn - 5.4 years; P - 6.1 years; Mn - 6.3 years; N, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe and Mo - 7.0 years.

- The macronutrients were extracted and exportated by the tree at the following order: $Ca > N > K > S > Mg > P$.

- The micronutrients were extracted and exportated by the tree at the following order: $Mn > Fe > B > Cu > Zn > Mo$.

- Six years old tree accumulated more than 98% of the total P and Mn.

- Five years old tree accumulated 99.4% of the total Zn; the others nutrients were accumulated during the age of the tree.

- Among the nutrients Mg accounted for the highest exportation by the tree, succeeded by $Mo > Zn > P > Ca > Cu > Mn > B > K = S > N > Fe$.

8. LITERATURA CITADA

- BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; F.A.F. MELLO; N. RODRIGUES; H.A. MELLO, 1961. Competição entre diferentes tipos de localização no plantio de E. saligna Smith. 2a. Conferência Mundial de Eucalipto. São Paulo, vol. 2, p. 919-923.
- BRASIL, U.M. e J.W. SIMÕES, 1973. Determinação da dosagem de fertilizante mineral para a formação de mudas de Eucalipto. IPEF, Piracicaba, (6): 79-85.
- BHIMAYA, C.P. e R.N. KAUL, 1966. Levels of macro and micro elements in E. camaldulensis Dehn. (E. rostrata Schlecht). Nature, 212: 319-320.
- CABRAL, M.T.C., 1963. (Studies in plant nutrition. A.1. Selection, collection and preparation of material for leaf analysis. 2. Mi-

neral composition of leaves of 8 Eucalypt species. 3. Leaf analysis. Procedure in the preparation of leaves). Estudo Informativo Serv. Flor. Agric. Portugal, nº 192/1963. 86 pp.

CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. Boletim Técnico Científico. Piracicaba, (37): 1-57.

GONZALES ESPARCIA, E. e J.J. GARCIA NUÑO, 1964. Some aspect of N nutrition in Eucalypt seedling. Ann. Inst. For. Invest. Exp. Madrid, 36(9): 81-101.

GURGEL FILHO, O.A., 1962. Silvicultura no cerrado. In: Simpósio sobre o cerrado, São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo, p. 383-408.

HAAG, H.P.; F.A.F. MELLO; M.O.C. BRASIL SOBRINHO; W.R. ACORSI; E. MALAVOLTA e S. ARZOLLA, 1961. Estudo sobre a alimentação mineral do Eucalyptus. 2a. Conferência Mundial do Eucalypto, São Paulo, vol. 2, p. 926-932.

HAAG, H.P.; H.A. MELLO; F.A.F. MELLO; M.O.C. BRASIL SOBRINHO e A.A. VEIGA, 1963. Composição química do E. alba Reinw e E. grandis (Mill) Maiden: resultados preliminares. Fertilité, 18: 9-14.

HAAG, H.P., 1965. (Comunicação pessoal).

HAAG, H.P.; J.R. SARRUGE; G.D. de OLIVEIRA; F. POGGIANI e C.A. FERREIRA, 1976. Análise foliar em cinco espécies de Eucalyptus. IPEF, Piracicaba, (13): 99-116.

- HAAG, H.O.; J.W. SIMÕES; G.D. de OLIVEIRA; J.R. SARRUGE e F. POGGIANI, 1977. Distúrbios nutricionais em E. citriodora. IPEF, Piracicaba, (14): 59-68.
- HAAG, H.P.; J.V.C. ROCHA FILHO e G.D. de OLIVEIRA, 1978. Ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de Eucalyptus e Pinus. II. Contribuição das espécies de nutrientes na manta. O Solo, Piracicaba, LXX(2): 28-31.
- HANS, A.S., 1972. Wood quality of Eucalyptus grandis (Hill) Maiden in a fertilizer trial at Siamambo. E. Afr. Agric. For. J. 38: 157-161.
- JACOB, A. e UEXKÜLL, H. von, 1961. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Ed. Veenman & Zonen, Wageningen, 625 p.
- KAUL, O.N.; P.B.L. SRIVASTAVA e H.M. MATHUR, 1966. Nutrition studies on Eucalyptus. II. N, P, K requirements of Eucalyptus hybrid seedlings. Ind. For. 92(12): 772-778.
- KAUL, O.N.; P.B.L. SRIVASTAVA e V.N. TANDON, 1968. Nutrition studies on Eucalyptus. III. Diagnosis of mineral deficiencies in E. grandis seedlings. Ind. For. 94(11): 831-834.
- KNUDSON, D.; H. CORREA e J.E. YAHNER, 1967. Adubação de Eucalyptus saligna SM. em solos de cerrado de Minas Gerais. In: Reunião Brasileira de Cerrado (2a.) Anais. 101-125 p.

- KRAMER, P.J. e T.T. KOSLOWSKI, 1960. Mineral nutrition and salt absorption. Physiology of trees. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York (224-275), 642 p.
- LACEY, C.J.; A.L. LEAF e A.R. TALLI, 1966. Growth and nutrient uptake by Flooded Gum (E. grandis) seedling subjected to various phosphorus supplies. Aust. For. 30(3): 212-22.
- LAMB, D., 1976. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. Plant and Soil 45(2): 477-492.
- LAMB, D., 1977. Relationships between growth and foliar nutrient concentrations in Eucalyptus deglupta. Plant and Soil 47(2): 495-508.
- LUBRANO, L., 1970. Investigations on the nutrient requirements of some Eucalyptus species. Pubbl. Cent. Sper. Agric. For. 11(1): 1-15.
- MALAVOLTA, E.; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO e M.O.C. BRASIL SOBRINHO, 1974. Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas. S.Paulo, Pioneira, 727 p.
- MALAVOLTA, E.; P.E. TRANI; M.F. ATHAYDE; N.R. BRAGA; S.S. NOGUEIRA e S.A. MORAES, 1978. Nota sobre deficiência e toxidez de boro em espécie cultivada do gênero Eucalyptus. Rev. da Agricultura, Piracicaba, LIII(4): 243-247.

- McCOOL, J.C., 1969. Soil plant relationships in Eucalyptus forest on the South Coast, of New South Wales. Ecology, 50(5): 354-61.
- McCOOL, J.G. e F.R. HUMPHREYS, 1967. Relationships between some nutritional factors and the distributions of Eucalyptus gummifera and Eucalyptus maculata. Ecology 48(5): 766-771.
- MELLO, F.A.F.; M.D.C. BRASIL SOBRINHO; H.A. MELLO; A.A. VEIGA; S. ARZOLLA, 1961. Efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre o "stand" em E. alba Reinw. 2a. Conferência Mundial do Eucalipto. São Paulo, vol. 2, p. 933-937.
- MELLO, H.A., 1968. Aspectos do emprego de fertilizantes minerais no reflorestamento de solos de cerrado do Estado de São Paulo, com E. saligna am. ESALQ/USP, Piracicaba, 176 p. (Tese).
- MELLO, H.A.; J.W. SIMÕES; J. MASCARENHAS SOBRINHO e H.T.Z. do COUTO, 1971. Influência do espaçamento na produção de madeiras de Eucalipto em solos de cerrado. IPEF, Piracicaba, 2(3): 3-30.
- METRO, A.E. e G. BEAUCORPS, 1958. Influência dos povoamentos de Eucalipto sobre a evolução dos solos arenosos do RHARB. Fertilité, 4: 3-13.
- MULLETE, K.J.; J.H. NOLA e G.L. ELLIOTT, 1974. Insoluble phosphorus usage by Eucalyptus. Plant and Soil 41: 199-205.
- NEILSEN, W.A. e C. PALZER, 1977. Analysis of foliar samples of healthy and diaback Eucalyptus obliqua. Australian Forestry 40(3): 219-222.

- NUÑOZ-COBO, M.T.M. e J. MARCOS DE LANUZA, 1970. Nutricion de Eucalyptus globulus en seus primeros estados de desarrollo. An. Edafol. Agrobiol. 29(5/6): 401-411.
- PAULINE, Y.L., 1977. Differential susceptibility of two population of Eucalyptus viminalis Labill to iron chlorosis. Plant and Soil 48(3): 581-597.
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de Estatística Experimental. 6a. edição, Piracicaba, Livraria Nobel S/A. 430 p.
- PIRES, C.L.S., 1962. Ensaio de adubação em mudas de E. citriodora Hook, acondicionadas em "Torrões Paulista". Silvicultura em São Paulo, 1(2): 107-115.
- ROCHA FILHO, J.V., 1979. Interação fósforo, boro, zinco e calagem em mudas de Eucalyptus grandis (Hill, ex-Maiden) cultivadas em latossol vermelho amarelo de cerrado. Piracicaba, ESALQ/USP, 105 p. (Tese).
- ROCHA FILHO, J.V. de C.; H.P. HAAG; G.D. de OLIVEIRA e J.R. SARRUGE, 1979. Influência do boro no crescimento e na composição química do Eucalyptus grandis. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz" (No Prelo).
- ROGERS, R.W. e WESTMAN, W.E., 1977. Seasonal nutrient dynamics of litter in a subtropical Eucalypt forest. North Stradbroke Island. Aust. J. Bot. 25(1): 47-58.

- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises químicas em plantas.
ESALQ/USP, Piracicaba, 1a. ed. 56 p.
- SETZER, J., 1966. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Instituto Geológico e Geográfico, 61 p.
- SILVICULTURE: Tree nutrition and soil fertility. Rep. For. Res. N.2.
for Serv. nº 25/26, 1964/65. Apud Forestry Abstracts, Oxford,
27(4): 623, 1966
- SWUAN, H.S.B., 1966. Studies of the mineral nutrition of Canadian
pulpwood species. The use of visual symptoms, soil and foliage
analysis and soil bio-essays for the determination of the ferti-
lizer requirements of forest soil. Sixth World Forestry Congress.
Madrid, Vol. 2, p. 2344-2347.
- TEMES, S.B., 1970. Study of E. globulus. I - Mineral constituinte
of the leaves in relation to their position on the tree, soil
constitutinte and (tree) age. Comun. Inst. For. Invest. Exp.,
Madrid nº 67, pp. 48.
- VEIGA, R.A.A., 1972. Equações volumétricas para E. saligna Smith,
em ocasião do 1º corte. F.C.M.B. Botucatu, 174 p. (Tese).
- WILL, G.M., 1961a. Some notes on nutrient deficiency Eucalyptus
spp. 2a. Conferência Mundial do Eucalipto, S. Paulo, Vol. 2,
p. 938-941.
- WILL, G.M., 1961b. Some changes in the growth habit of Eucalyptus
seedlings caused by nutrient deficiencies. Emp. For. Rev. 40(4):
301-307.