

BIOMASSA, CONCENTRAÇÃO E CONTEÚDO DE NUTRIENTES EM CINCO
ESPÉCIES DE *Eucalyptus* PLANTADAS EM SOLOS DE BAIXA FERTILIDADE
(Biomass, nutrient content and concentration in five *Eucalyptus* species
cultivated on low soil fertility)

Helton Damin da Silva^{*}
Fabio Poggiani^{**}
Luiz Carlos Coelho^{***}

RESUMO

Com o objetivo de estimar a concentração de nutrientes nas folhas, ramos, casca, lenho e o conteúdo de nutrientes, em função da biomassa produzida no tronco, utilizou-se um ensaio de competição envolvendo as espécies *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden, *E. saligna* Smith, *E. propinqua* Deane et Maiden, *E. dunnii* Maiden e *E. robusta* Smith, com 10 anos de idade, todas de origem e procedências australianas, plantadas em solos arenosos e de baixa fertilidade, em Itirapina - SP. As espécies que produziram maiores quantidades de biomassa oriunda do tronco foram *E. saligna* e *E. grandis*. Os nutrientes concentraram-se, de forma decrescente, nas folhas, ramos, casca e lenho. *E. grandis* foi a que apresentou maior acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) e menor de magnésio (Mg). A casca das árvores das espécies em estudo representou entre 17 e 38% da biomassa e cerca de 30% dos nutrientes do tronco. Esses resultados evidenciam a conveniência de deixar-se no campo a casca, folhas e ramos, por ocasião da exploração.

PALAVRAS-CHAVE: nutrientes, concentração, acúmulo, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus propinqua*, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus robusta*.

ABSTRACT

A field trial was established to estimate the concentration and accumulation of nutrients in the leaves, twigs, bark and wood, as a function of the produced biomass, in five *Eucalyptus* species with age of ten years, namely *E. grandis* (Hill) Maiden, *E. saligna* Smith, *E. propinqua* Deane et Maiden, *E. dunnii* Maiden and *E. robusta* Smith, in a low fertility sandy soil, located in Itirapina - SP. *E. grandis* and *E. saligna* produced the highest amounts of trunk biomass. The concentration of nutrients declined from leaves to twigs, bark and wood. *E. grandis* presented the highest accumulation of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and the lowest for magnesium (Mg). The bark of trees contributed with 17-38% of the biomass and accumulated almost 30% of the stem nutrients, indicating that should be convenient to keep the leaves and twigs on the field during harvesting operation.

* Eng. Florestal, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária Trópico Semi-Árido - CPATSA.

** Biólogo, Ph.D., Professor da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP).

*** Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador do Instituto Florestal de São Paulo.

KEY-WORDS: nutrients, content, accumulation, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus propinqua*, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus robusta*.

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eucalyptus*, introduzidas no Brasil para fins de reflorestamento, permitem um ciclo de corte relativamente curto e uma alta produtividade, quando comparadas com espécies florestais nativas. Apresentam, portanto, uma grande importância do ponto de vista econômico e silvicultural, uma vez que são utilizadas para produção de papel, celulose e fins energéticos, além de contribuir, como matéria-prima, na confecção de chapas de fibras e aglomerados.

O aumento do consumo de produtos florestais trouxe, como conseqüência, a necessidade de adoção de técnicas alternativas, tais como a redução do ciclo de corte e o aumento da densidade das populações florestais.

Nas florestas utilizadas para fins energéticos, além da madeira, em muitos casos passou-se a utilizar também os resíduos da exploração, constituídos pelas folhas, ramos e casca das árvores.

O conteúdo de nutrientes das folhas, ramos e casca, representa quase 80% do total de nutrientes que serão exportados do sítio, se a exploração for total. Esta prática pode trazer conseqüências imprevisíveis, principalmente em solos de baixa fertilidade.

No Brasil, a atividade florestal vem ocupando os solos de baixa fertilidade. Nesses solos, há a necessidade de estudos mais detalhados sobre a concentração e o conteúdo de nutrientes, pois a retirada indiscriminada desses nutrientes, através da exploração florestal, poderá causar sérios prejuízos à rotação seguinte.

Este trabalho tem como objetivo detectar diferenças nas concentrações e quantificar a exportação dos nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus*, plantadas em solos de baixa fertilidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As concentrações e conteúdo de nutrientes sofrem variações entre espécies, procedências, grupo de progênies, lotes de sementes e clones, que se devem a diferenças na capacidade de absorção do sistema radicular e no grau de translocação e metabolização desses nutrientes (MERGEM & WORRAL 1964 e WALKER & HATCHER 1965).

Diversos estudos já foram desenvolvidos objetivando detectar diferenças no conteúdo de elementos minerais entre espécies florestais e seus compartimentos. HAAG et al. (1976) e HAAG et al. (1977) evidenciaram diferenças entre *E. citriodora* Hook e *E. grandis*, para teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, enquanto que FORREST & OVINGTON (1971) detectaram diferenças entre clones de *Pinus radiata* D. Don. Resultados similares foram também obtidos por BARTOS & JOHNSTON (1978), entre clones de *Populus tremuloides* Mielix.

Dentro dos diferentes compartimentos de uma mesma árvore, podem-se observar diferenças nas concentrações e conteúdos de nutrientes, de acordo com sua função bioquímica. BELLOTE (1979) encontrou maiores concentrações de nutrientes nas folhas, com exceção do cálcio, cobre e manganês. RENNIE (1955) assinalou que a casca é o compartimento que detém maior quantidade de cálcio.

LUBRANO (1972) e SWITZER & NELSON (1972) constataram que as plantas jovens normalmente acumulam maiores quantidades de nutrientes. Este fato também foi observado por EVANS (1979), comparando tecidos de plantas jovens e velhas,

onde as árvores mais velhas apresentaram maiores concentrações de nitrogênio e cálcio. Estas observações evidenciam que a idade fisiológica e o tamanho das árvores influenciam também a concentração e o conteúdo de nutrientes nas plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a concentração e o conteúdo de nutrientes em diferentes espécies de *Eucalyptus*, foi instalado um ensaio de competição de espécies, em Itirapina - SP, num solo classificado como areia quartzosa, cujas características físico-químicas revelam um solo pobre em nutrientes, alto teor de alumínio e pH ácido (Tabela 1).

TABELA 1. Resultados das análises químicas de solo da área experimental.
(Soil chemical analysis of the experimental area).

Profundidade (Depth)	Ph	PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³
		----- meq/100 ml de terra -----				
0,10 m	5,0	0,04	0,04	0,13	0,11	1,23
0,50 m	5,4	0,02	0,02	0,09	0,09	0,75
1,00 m	4,4	0,03	0,03	0,05	0,05	0,56

O clima da região, segundo VENTURA et al. (1965/66), baseados na classificação de Köppen é do tipo mesotérmico úmido, com inverno seco, temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio inferior a 17°C. Há ocorrência de geadas esporádicas. A precipitação média anual está entre 1.200 e 1.400 mm, sendo os meses mais chuvosos os de novembro a março.

O ensaio foi instalado em 1973, em blocos ao acaso, com quatro repetições, em espaçamento 3 x 3 m, utilizando-se mudas formadas a partir de sementes procedentes da Austrália (Tabela 2).

TABELA 2. Procedências das espécies utilizadas no ensaio (dados fornecidos pelo Instituto Florestal de São Paulo).
(Provenances of the utilized species).

Espécies (Species)	Procedências (Provenances)	Alt. (m)	Lat. (°S)	Long. (°E)
<i>E. grandis</i> Hill (ex-Maiden)	Coof's Harbour (NSW)	03	30°09'	153°07'
<i>E. saligna</i> Smith	Coof's Harbour (NSW)	03	30°09'	153°07'
<i>E. propinqua</i> Dean (ex-Maiden)	Casino (NSW)	25	28°52'	152°44'
<i>E. dunnii</i> Maiden	Moletton (NSW)	600	30°12'	153°00'
<i>E. robusta</i> Smith	Taree (NSW)	06	31°54'	152°29'

Das árvores abatidas, foram tomados dados da altura comercial do fuste (altura que vai da base até o diâmetro de 6 cm), e a cada segmento de 3 m foram anotados o diâmetro do tronco e a espessura da casca. A determinação do volume real do tronco com casca e sem casca foi feita através da fórmula de Smalian, e o volume da casca por diferença entre o volume com casca e sem casca.

Da população, calculou-se o volume real das árvores em pé pela equação $VR = 0,05 \times D^2 \times H^{0,9631}$ (VR = volume real; D = diâmetro à altura do peito; H = altura comercial e 0,9631 = constante), normalmente usada no Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" — Universidade de São Paulo*, para espécies de *Eucalyptus* plantadas em solos de cerrado.

A densidade foi calculada pelo método da balança hidrostática, segundo normas da ABCP M 14/70, e o peso seco da população em pé, pela fórmula $p = VR \times d$ (p = peso; VR = volume real e d = densidade).

Para as análises químicas, as amostras dos diferentes compartimentos foram obtidas a partir de três árvores por parcela, representativas da média de cada uma das três classes de altura pré-estabelecidas (dominantes, codominantes e dominadas).

As amostras de folhas e ramos, obtidas na parte intermediária da copa em cada um dos quatro pontos cardeais e do tronco (lenho + casca), coletadas a partir de um disco da parte intermediária do fuste comercial, foram colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a 70-75°C. Em seguida, o material foi moído em moinho tipo Willey e peneirado com malha 20.

As determinações de K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn foram efetuadas com espectrofotômetro de absorção atômica; o fósforo, pelo método do vanado-molibdato de amônio, e o nitrogênio, pelo método Micro-Kjeldahl, de acordo com SARRUGE & HAAG (1974).

* Comunicação pessoal do professor Hilton Thadeu Zarate do Couto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas espécies que apresentaram melhor desempenho para volume foram *E. grandis* e *E. saligna*, porém a densidade foi maior naquelas espécies com menor crescimento em altura e diâmetro (Tabela 3). Essas variações de crescimento devem-se, principalmente, ao potencial adaptativo e genético apresentado por cada espécie, demonstrando uma grande plasticidade do gênero *Eucalyptus*.

As concentrações de nutrientes nos diversos componentes das árvores variam de espécie para espécie e sofrem influência do solo, umidade, capacidade de absorção de nutrientes, da época do ano, tipo de amostragem e também da parte da árvore onde foi coletada a amostra (MERGEM & WORRAL 1964 e WALKER & HARCHER 1965).

De um modo geral, as concentrações de nutrientes (Tabelas 4, 5, 6 e 7) apresentaram a seguinte ordem decrescente: folhas, ramos, casca e lenho. Este resultado está de acordo com o observado por PRITCHETT (1979), em florestas decíduas, nos Estados Unidos; por WOOD et al. (1977), em florestas de *Platanus occidentalis* e por POGGIANI et al. (1983), em povoamentos de *E. grandis* aos dois anos e meio de idade.

Analisando individualmente o conteúdo de nutrientes da casca (Tabela 8) e do lenho (Tabela 9), pode-se ressaltar que, na casca, o talhão de *E. grandis* apresentou maior acúmulo de N, P e K e menor acúmulo de Mg. Os demais elementos foram acumulados em menores quantidades em *E. robusta* (N); *E. dunnii* (P) e *E. propinqua* (K e Ca). No lenho, *E. dunnii* acumulou menos N, *E. grandis* menos P e K e *E. robusta* mais P.

TABELA 3. Características dendrométricas, densidade básica e peso de madeira (casca e lenho) das cinco espécies de *Eucalyptus* estudadas.
(Dendrometric characteristics, wood basic specific gravity and wood weight of five *Eucalyptus* species studied).

Espécies (Species)	Idade (Age) Anos (Years)	H (m)	DAP (DBH) (cm)	Volume (m ³ /ha)			Volume em % (%)			Densidade Básica (Specific gravity) g/cm ³			Peso (Weight) (t/ha)			Sobrevivência (Survival rate) (%)
				Total	Casca (Bark)	Lenho (Wood)	Total	Casca (Bark)	Lenho (Wood)	Total	Casca (Bark)	Lenho (Wood)	Total	Casca (Bark)	Lenho (Wood)	
<i>E. grandis</i>	10	23,40a	15,10a	379,39a	74,29	323,10	18,70	81,30	0,312ab	0,496a	23,30	160,30	183,60	85,40a		
<i>E. saligna</i>	10	21,83ab	15,08a	371,81a	55,81	316,00	15,00	85,00	0,278ab	0,534ab	15,50	168,70	184,20	86,80a		
<i>E. araucana</i>	10	16,98 c	11,88 b	186,52 b	51,30	135,20	27,50	72,50	0,342 b	0,634 b	17,50	85,70	103,20	87,50a		
<i>E. durandi</i>	10	18,40 bc	13,65ab	266,13ab	50,30	215,80	18,90	81,10	0,296ab	0,582ab	14,90	125,60	140,50	72,90a		
<i>E. robusta</i>	10	19,60abc	14,18a	272,95ab	73,65	199,30	27,00	73,00	0,227a	0,589a	16,70	117,40	134,10	78,50		

(*) As medidas seguidas por letras idênticas na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
(The means followed by the same letters in each column do not differ statistically by the Tukey test at 5% probability level).

TABELA 4. Concentrações de nutrientes nas folhas da parte intermediária da copa das cinco espécies de *Eucalyptus*.
(Nutrient concentration in intermediate crown leaves of five *Eucalyptus* species).

Espécies (Species)	Nutrientes (Nutrients)									
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	
	%			ppm						
<i>E. grandis</i>	1,738ab	0,0908ab	0,834a	0,497ab	0,200 b	1008 bc	213a	13a	10ab	
<i>E. saligna</i>	1,643 bc	0,0825ab	0,832a	0,437 b	0,200 b	875 c	193ab	12ab	8 b	
<i>E. propinqua</i>	1,448 c	0,0866ab	0,828a	0,568a	0,311a	883 c	145 c	10 bc	10ab	
<i>E. dumii</i>	1,926a	0,0938a	0,740a	0,443ab	0,158 bc	1375a	153 bc	11abc	9 b	
<i>E. robusta</i>	1,633 bc	0,0783 b	0,838a	0,306 c	0,118 c	1267ab	188abc	9 c	12a	

(*) As medidas seguidas por letras idênticas na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
(The means followed by the same letters in each column do not differ statistically by the Tukey test at 5% probability level).

TABELA 5. Concentrações de nutrientes nos ramos das cinco espécies de *Eucalyptus*.
(Nutrient concentration in the stems of five *Eucalyptus* species).

Espécies (Species)	Nutrientes (Nutrients)									
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	
	%									
	ppm									
<i>E. grandis</i>	0,348ab	0,024a	0,253 b	0,205ab	0,0850a	575a	62a	9 bc	9a	
<i>E. saligna</i>	0,388ab	0,025a	0,211 bc	0,153 b	0,0792a	492a	56a	5 d	10a	
<i>E. propinqua</i>	0,331 b	0,030a	0,317a	0,280a	0,0875a	592a	63a	16a	11a	
<i>E. durnonii</i>	0,424a	0,026a	0,257ab	0,165 b	0,0725a	496a	63a	12 b	9a	
<i>E. robusta</i>	0,403ab	0,028a	0,178 c	0,182 b	0,0875a	446a	53a	6 cd	8a	

(*) As médias seguidas por letras idênticas na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
(The means followed by the same letters in each column do not differ statistically by the Tukey test at 5% probability level).

TABELA 6. Concentrações de nutrientes na casca das cinco espécies de *Eucalyptus*.
(Nutrient concentration in the bark of the five *Eucalyptus* species).

Espécies (Species)	Nutrientes (Nutrients)									
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	
	%									
	ppm									
<i>E. grandis</i>	0,290 b	0,0265a	0,296 bc	0,306 b	0,097 b	621 b	33 c	5a	9ab	
<i>E. saligna</i>	0,373a	0,0260a	0,334ab	0,661a	0,155ab	959a	30 c	5a	11a	
<i>E. prostrata</i>	0,301 b	0,0245a	0,224 c	0,173 b	0,208a	571 b	302a	5a	9ab	
<i>E. dunni</i>	0,288 b	0,0243a	0,410a	0,469ab	0,152ab	679ab	40 c	5a	11a	
<i>E. robusta</i>	0,224 c	0,0279a	0,262 bc	0,316ab	0,202a	829ab	122 b	5a	7 b	

(*) As medidas seguidas por letras idênticas na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

(The means followed by the same letters in each column do not differ statistically by the Tukey test at 5% probability level.)

TABELA 7. Concentrações de nutrientes no lenho de cinco espécies de *Eucalyptus*.
(Nutrient concentration in the wood of five *Eucalyptus* species).

Espécies (Species)	Nutrientes (Nutrients)									
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	
	%									
	ppm									
<i>E. grandis</i>	0,080 b	0,0023 b	0,061 b	0,165a	0,046a	425 cd	18 c	3 b	4a	
<i>E. saligna</i>	0,120ab	0,0038 b	0,072 b	0,188a	0,043a	387 d	30 bc	5a	4a	
<i>E. propinqua</i>	0,120ab	0,0094a	0,130a	0,144a	0,023 b	617 bc	39ab	5a	5a	
<i>E. dummii</i>	0,076 b	0,0053 b	0,111a	0,211a	0,033ab	675 b	26 bc	5a	4a	
<i>E. robusta</i>	0,158a	0,0088a	0,115a	0,179a	0,025 b	925a	52a	6a	4a	

(*) As medidas seguidas por letras idênticas na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

(The means followed by the same letters in each column do not differ statistically by the Tukey test at 5% probability level.)

Os dados das Tabelas 8 e 9 demonstram ainda que uma grande quantidade de nitrogênio, potássio e cálcio é armazenada na casca e lenho das espécies de *Eucalyptus* em estudo.

TABELA 8. Biomassa e conteúdo de nutrientes na casca das cinco espécies de *Eucalyptus*.
(Biomass and nutrient contents in bark of five *Eucalyptus* species).

Espécies (Species)	Biomassa (Biomass) t/ha	Nutrientes (Nutrients)				
		N	P	K kg/ha	Ca	Mg
<i>E. grandis</i>	23,3	67,6	6,2	70,0	71,3	22,6
<i>E. saligna</i>	15,5	57,8	4,0	51,8	102,4	24,0
<i>E. propinqua</i>	17,5	52,7	4,3	39,2	30,3	36,4
<i>E. dunnii</i>	14,9	42,0	3,6	61,1	69,9	22,6
<i>E. robusta</i>	16,7	37,4	4,7	43,7	52,8	33,7

TABELA 9. Biomassa e conteúdo de nutrientes do lenho de cinco espécies de *Eucalyptus*.
(Biomass and nutrients contents in wood of five *Eucalyptus* species).

Espécies (Species)	Biomassa (Biomass) t/ha	Nutrientes (Nutrients)				
		N	P	K kg/ha	Ca	Mg
<i>E. grandis</i>	160,3	128,3	3,7	97,8	264,5	76,9
<i>E. saligna</i>	168,7	202,4	6,4	121,5	317,2	72,5
<i>E. propinqua</i>	85,7	102,8	8,0	111,4	123,4	19,7
<i>E. dunnii</i>	125,6	95,5	6,7	199,4	265,0	41,4
<i>E. robusta</i>	117,4	187,5	10,3	135,0	210,1	29,3

A distribuição dos nutrientes nos vários componentes das árvores tem grande importância na nutrição de povoamentos florestais manejados em rotações sucessivas. O manejo intensivo das plantações pode aumentar a produção de biomassa, mas, também pode aumentar a remoção de nutrientes.

As maiores concentrações de nutrientes em árvores estão nos tecidos das copas. No entanto, a maior quantidade de biomassa encontra-se no tronco, que é a parte normalmente explorada.

A Tabela 9 permite comparações dos totais de biomassa e nutrientes no tronco das cinco espécies de *Eucalyptus*. Observa-se que *E. saligna* e *E. grandis* produziram maiores quantidades de biomassa e apresentaram maiores conteúdos de nutrientes no tronco, aproximadamente 18% a mais do que *E. dunnii* e *E. robusta*, e 50% mais do que *E. propinqua*. *E. propinqua* apresentou menor concentração de nutrientes, e também foi o menos produtivo em termos de biomassa. Observa-se que *E. saligna* absorve e imobiliza maior quantidade de nutrientes do que *E. grandis*, apesar de produzir aproximadamente a mesma quantidade de biomassa.

TABELA 10. Biomassa e conteúdo de N, P, K, Ca e Mg no tronco (lenho + casca) das cinco espécies de *Eucalyptus*.
(Biomass and N, P, K, Ca and Mg contents in the stem (wood + bark) of five *Eucalyptus* species).

Espécies (Species)	Biomassa (Biomass) t/ha	Nutrientes (Nutrients)		
		Lenho (Wood)	Casca (Bark)	Tronco (Stem)
		----- kg/ha -----		
<i>E. grandis</i>	183,6	571,1	236,6	897,8
<i>E. saligna</i>	184,2	720,0	240,1	960,1
<i>E. propinqua</i>	103,2	365,4	162,8	528,3
<i>E. dunnii</i>	140,5	548,0	200,1	748,2
<i>E. robusta</i>	134,1	570,3	172,3	742,6

A elevada quantidade de nutrientes, verificada na biomassa do lenho e da casca, nas diferentes espécies, demonstra que a exploração dos talhões florestais provoca uma grande remoção dos nutrientes do sítio. Os resultados obtidos (Tabela 10) evidenciam que a casca das árvores, que apresenta 17 e 38% da biomassa do tronco, armazena quase 30% dos nutrientes da árvore, tornando evidente que seria conveniente, que tanto a casca, como os ramos e as folhas das árvores fossem deixados no campo por ocasião da exploração, pois possuem elevadas concentrações de elementos químicos.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- *E. grandis* (379,39 m³/ha) e *E. saligna* (371,81 m³/ha) apresentaram maior produtividade, na idade avaliada;
- as concentrações de nutrientes das cinco espécies estudadas foram maiores nas folhas; a seguir, em ordem decrescente, nos ramos, casca e lenho;
- *E. grandis* e *E. saligna* apresentaram maiores conteúdos de nutrientes, mas, também produziram quantidades maiores de biomassa;
- *E. saligna* absorve e imobiliza maior quantidade de nutrientes do que *E. grandis*, apesar de produzir quantidades de biomassa equivalentes;
- a casca, em todas as espécies deste estudo, apresentou alto conteúdo de nutrientes, independente da biomassa produzida; e

— em função destes resultados, recomenda-se que, durante a exploração, sejam deixados no campo os resíduos (folhas, ramos e casca), pela alta concentração de nutrientes apresentada.

6. REFERÊNCIAS

- BARTOS, D.L. & JOHNSTON, R.S. Biomass and nutrient content of quaking aspen at two sites in Western United States. **Forest Science**, **24**(2):273-90, 1978.
- BELLOTE, A.F.J. **Concentração e exportação de nutrientes pelo *E. grandis*, Hill (ex-Maiden) em função da idade**. Piracicaba, ESALQ-USP, 1979. 129p. (Tese de Mestrado).
- EVANS, L. The effects of leaf position and leaf age in foliar analysis of *Gmelina arborea*. **Plant and Soil**, The Hague, **52**(4): 547-52, 1979.
- FORREST, W.G. & OVINGTON, J.D. Variation in dry weight and mineral content of ***Pinus radiata*** progeny. **Silvae Genetica**, Frankfurt, **20**(5/6):174-9, 1971.
- HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D. de; POGGIANI, F. & FERREIRA, C.A. Análise foliar em cinco espécies de ***Eucalyptus***. **IPEF**, Piracicaba, (13):99-115, 1976.
- HAAG, H.P.; SIMÕES, J.W.; OLIVEIRA, G.D. de; SARRUGE, J.R. & POGGIANI, F. Distúrbios nutricionais em ***Eucalyptus citriodora***. **IPEF**, Piracicaba, (14): 59-68, 1977.
- LUBRANO, L. Recherche sulle esigenze nutritive de alcune species di eucalitti. **Publicazione del Centro di Sperimentazione Agrícola e Forestale**, Rome, 11:1-15, 1972.
- MERGEN, F. & WORRAL, J. Effect of environment and seed source on mineral content of Jack Pine seedlings. **Forest Science**, Washington, **11** (4): 393-400, 1964.
- POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z. do & SUITER FILHO, W. Biomass and nutrient estimates in short rotation intensively cultured plantation of ***E. grandis***. **IPEF**, Piracicaba, (23): 37, 1983.
- PRITCHETT, W.L. Site preparation and fertilization of slash pine on wet savana soil. **Southern Journal of Applied Forestry**, Washington, **3**(3):86-90, 1979.
- RENNIE, P.S. The uptake of nutrients by mature forest growth. **Plant and Soil**. The Hague, **7**:49-95, 1955.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba, ESALQ-USP, 1974. 58p.
- SWITZER, P.S. & NELSON, L.E. Nutrient accumulation and cycling in Loblolly pine (***P. taeda*** L.). Plantations Ecosystems: The First Twenty years. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, **36**(1):143-7, 1972.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M.A.M. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, **4/5**(4): 57-140, 1965/66.
- WALKER, L.C. & HARCHER, R.D. Variations in the ability of slash pine progeny group to absorb nutrients. **Proceedings of Soil Science Society of America**, **19**, 616-21, 1965.

WOOD, B.W.; WITTWE, R.F. & CARPENTER, S.B. Nutrient element accumulation and distribution in an intensively cultured american is more plantations. **Plant and Soil**, The Hague, **48**(2):417-33, 1977.