

IPEF n.20, p.1-23, jun.1980

EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELO *Eucalyptus grandis* HILL ex-MAIDEN EM FUNÇÃO DA IDADE: 1 -  
MACRONUTRIENTES\*

Antonio Francisco Jurado Bellote\*\*

José Renato Sarruge\*\*\*

Henrique Paulo Haag\*\*\*

Gilberto Diniz de Oliveira\*\*\*

O. D. C. 181.341 : 176.1 *Eucalyptus grandis*

## SUMMARY

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 analyzed for N, P, K, Ca, Mg and S by conventional methods.

The authors concluded:

- The maximum dry matter yield occurs at the age of 6, 7 years old tree.
- The maximum highest occurs with 7 years old tree and the maximum diameter (measured at 1.30 m from ground), after 7 years.
- The leaves present the highest concentration of N, P, K, Mg and Sin all parts of the nutrients.
- The maximum quantities of nutrients were detected at the following age of the tree: P -6.1 years; N, K, Ca, Mg and S -7.0 years.
- The nutrients were extracted and exported by the tree at the following order: Ca > N > K > S > Mg > P.
- Six years old tree accumulated more than 98% of the total P.
- Among the nutrients Mg accounted for the highest exportation by the tree, succeeded by P > Ca > K = S > N.

## 1. INTRODUÇÃO

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 espécie é bastante difundida.

Muitos autores sugerem as possibilidades econômicas na exploração dos solos de cerrado pela silvicultura, devido as condições que oferecem para minimizar os custos de

---

\* Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de mestre pela ESALQ/USP - Piracicaba, SP.

\*\* Eng.º Agr.º - M.S. - Bolsista da CAPES, Brasília, DF.

\*\*\* Professores do Departamento de Química da ESALQ/USP - Piracicaba, SP.

produção. Entretanto, a baixa fertilidade apresentada nesses solos, tem levado ao aparecimento de problemas de ordem nutricional nas florestas implantadas.

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

No Brasil, HAAG et alii (1963), analisando folhas de *E. alba* e *E. grandis* com 2 anos de idade, concluíram que essas duas espécies são mais exigentes em Ca, Ne K, do que Mg e P para o seu crescimento.

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

LUBRANO (1970), investigando teores de nutrientes em algumas espécies de *Eucalyptus* em varias estações florestais na Itália, 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 Ne P .

LAMB (1976), em solos da Nova Guine, estudando as variações dos teores de nutrientes 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 seca. Essa variação e, segundo o autor, valida para todos os nutrientes, exceto o K.

HAAG; ROCHA FILHO & OLIVEIRA (1978), estudaram a ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de *E. citriodora*, determinando quantidades de nutrientes acumuladas na manta orgânica e a quantidade de nutrientes em mg existente em 100 folhas da essência.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Foi utilizada a espécie *Eucalyptus grandis* (Hill ex-Maiden), cujas sementes foram originárias de Bonville, Coff's Harbóur - Austrália, e procedente de Mogi-Guaçu, São Paulo, Brasil. O material vegetal foi coletado no dia 03/11/1978 no Horto Florestal pertencente à Champion Papel e Celulose S.A., no município de Mogi-Guaçu, S.P., num solo classificado como «latossol vermelho-amarelo, barro arenoso», de acidez média e baixa fertilidade.

As árvores foram divididas em folhas, ramos ativos e inativos, e o caule foi dividido em três partes, sendo a primeira retirada da superfície do solo até o DAP - diâmetro à altura do peito - (base), e o restante dividido em 2 partes iguais (meio e ponta). Os ramos inativos foram considerados aqueles que estavam sem folhas, com aspecto de secos, mais presos à planta.

Todas as partes foram pesadas, e retirou-se uma amostra representativa para cada uma delas, para serem analisadas quimicamente para N., P, K, Ca, Mg e S, obedecendo à metodologia citada por SARRUGE & HAAG (1974).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Crescimento**

Os dados referentes ao crescimento das plantas, traduzidos pela acumulação de matéria seca, altura das plantas e DAP (diâmetro à altura do peito), encontram-se na Tabela 1.

A análise da variância (não incluída) permitiu concluir que houve diferenças no peso de matéria seca para todas as partes, para a planta inteira, altura das plantas e diâmetro (DAP) em função da idade.

A expressão matemática do crescimento foi obtida através da análise de regressão, cujas equações correspondentes encontram-se na Tabela 2.

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 de idade o peso estimado foi de 98.610,87g para meio do caule e 18.524,88 g para base.

Ajustou-se regressão do 2.º grau para ramos inativos e diâmetro (DAP), sendo que para o primeiro, a máxima acumulação de matéria seca foi de 3.047,53 g aos 4,3 anos de idade e para o segundo, diâmetro máximo de 16,51 cm aos 7,3 anos de idade (estimado).

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

**TABELA 1. Peso da matéria seca (g), altura e diâmetro (DAP) da parte aérea de *E. grandis* em função da idade (anos). Média de 4 repetições.**

**TABLE 1. *Eucalyptus grandis* aboveground dry weight, tree height and d.b.h. average at different ages. Mean of four replications.**

IDADE ANOS AGE (YEARS)	Matéria seca (g) Dry weight						TOTAL	ALTURA MÉDIA MEAN HEIGHT (cm)	DAP MÉDIO MEAN DBH (cm)
	FOLHAS LEAVES	RAMOS BRANCHES		CAULE STEM					
		ATIVOS ALIVE	INATIVOS DEAD	PONTA UPPER	MEIO MIDDLE	BASE LOWER			
1	2663,8	2522,0	189,2	249,3	886,2	1569,0	8079,5	469,8	4,8
2	3272,0	2936,0	2035,3	4008,3	9299,6	4693,6	26245,1	1142,5	8,8
3	4856,2	3771,0	1435,5	8435,4	15715,9	8673,2	42887,2	1184,0	12,0
4	2475,0	2182,1	3565,5	14537,7	41280,4	8975,2	73265,8	2046,2	12,7
5	2464,2	3968,5	3133,3	21977,5	54316,4	13524,4	99384,4	2212,5	13,7
6	4673,9	9846,6	2418,6	50892,7	106346,0	18898,6	193073,3	2628,0	17,8
7	2719,3	4061,7	972,1	36511,6	89201,7	15976,8	149463,2	2645,0	15,9
DMS (5%)	TUKEY 2619,9	4804,5	3246,6	7074,8	39446,0	6104,1	53205,6	238,5	2,4

**TABELA 2. Equações de regressão, coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), ponto de inflexão do acúmulo de crescimento (Y) da parte aérea de *E. grandis* em função da idade (anos = X).**

**TABLE 2. Regression equations and its respective coefficient of determination (R<sup>2</sup>), point of inflection and culmination involving age (X) and aboveground dry weight (Y) different ages.**

PARTES DA PLANTA TREE COMPONENT	EQUAÇÕES REGRESSION EQUATIONS	R2	PONTO DE MÁXIMO REGRESSION POINT OF CULMINATION		PONTO DE INFLEXÃO REGRESSION POINT OF INFLECTION
			X	Y	X
FOLHAS LEAVES	n.s. até 3. <sup>o</sup> grau n.s. up to the third degree	-	-	-	gramas
RAMOS ATIVOS ALIVE BRANCHES	$Y = 7228,6018 - 5768,5787X + 1867,6620X^2 - 154,6743X^3$	43,3	6,0	644,34	4,0
RAMOS INATIVOS DEAD BRANCHES	$Y = - 1889,3585 + 2282,5394X + 263,8296X^2$	78,0	4,3	3047,53	-
CAULE DA PONTA UPPER STEM	$Y = 17725,5407 - 23080,0267X + 8464,4845X^2 - 671,2233X^3$	87,3	6,7	41176,52	4,2
CAULE DO MEIO MIDDLE STEM	$Y = 25799,0757 + 17772,8494X$	89,4	-	-	-
CAULE DA BASE LOWER STEM	$Y = - 596,2535 + 2731,5900X$	91,4	-	-	-
TOTAL	$Y = 599,2530 - 70703,9910X + 28122,4860X^2 - 2276,2430X^3$	91,0	6,7	164028,54	4,1
ALTURA HEIGHT	$Y = 219,8928 + 243,5019X + 81,0565X^2 - 9,4097X^3$	95,9	7,0	2668,70	2,9
DAP DBH	$Y = 1,1642 + 4,2205X - 0,2901X^2$	94,1	7,3	16,51	-

**TABELA 3. Quantidades de nitrogênio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função da idade (anos). Média de 4 repetições**

**TABLE 3. Nitrogen accumulation (g) of *E. grandis* aboveground dry weight biomass at different ages. Mean of four replications**

IDADE (ANOS) AGE (YEARS)	FOLHAS LEAVES	RAMOS BRANCHES			CAULES STEM			TOTAL
		ATIVOS ALIVE	INATIVOS DEAD	PONTA UPPER	MEIO MIDDLE	BASE LOWER		
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	2,21	84,45	116,39	22,90	286,13	
DMS (5%)	TUKEY	40,51	22,12	6,35	48,87	60,15	9,72	40,51

### 3.2. Nitrogênio

As quantidades de nitrogênio acumuladas pelas diversas partes e na planta inteira, em função da idade, encontram-se na Tabela 3. O teste F mostrou diferenças na acumulação de nitrogênio para todas as partes e para a planta inteira, sendo ajustadas equações de regressão que aparecem na Tabela 4.

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

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<sup>1</sup> e 3,98 g de N/kg de caule<sup>1</sup>, 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<sup>1</sup> e 2,83 g de N/kg de ramo ativo<sup>1</sup>. 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.

**TABELA 4. Equações de regressão, coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), ponto de máximo e ponto de inflexão do acúmulo de Nitrogênio (g = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.**

**TABLE 4. Regression equations and its respective coefficient of determination (R<sup>2</sup>), point of inflection and culmination involving Nitrogen content of aboveground biomass (Y) and age (X) of *E. grandis*.**

PARTES DA PLANTA TREE COMPONENT	EQUAÇÕES REGRESSION EQUATIONS	R <sup>2</sup>	PONTO DE MÁXIMO REGRESSION POINT OF CULMINATION		PONTO DE INFLEXÃO REGRESSION POINT OF INFLECTION
			X	Y	X
FOLHAS LEAVES	n.s. até 3. <sup>o</sup> grau n.s. up to the third degree	-	-	-	-
RAMOS ATIVOS ALIVE BRANCHES	Y = 7,0478 + 1,9288X	20,7	-	-	-
RAMOS INATIVOS DEAD BRANCHES	Y = - 2,6630 + 4,1014X - 0,4897X <sup>2</sup>	70,4	4,2	5,92	-
CAULE DA PONTA UPPER STEM	Y = 60,2218 - 75,9807X + 28,7106X <sup>2</sup> - 2,4186X <sup>3</sup>	66,1	6,2	116,37	4,0
CAULE DO MEIO MIDDLE STEM	Y = -27,5055 + 22,2720X	86,7	-	-	-
CAULE DA BASE LOWER STEM	Y = 0,5393 + 3,6592X	82,7	-	-	-
TOTAL TOTAL	Y = 30,6858 - 47,2150X	62,3	-	-	-

<sup>1</sup> dados recalculados

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 anos de idade.

### 3.3. Fósforo

As quantidades de fósforo acumuladas pelas diversas partes e na planta inteira, em função da idade, encontram-se na Tabela 5 e as respectivas equações de regressão, na Tabela 6.

**TABELA 5. Quantidade de Fósforo (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função da idade (anos). Média de 4 repetições.**

**TABLE 5. Phosphorus accumulation (g) on *E. grandis* aboveground dry weight biomass at different ages. Mean of four replications.**

IDADE (ANOS) AGE (YEARS)	FOLHAS LEAVES	RAMOS BRANCHES		CAULES STEM			TOTAL
		ATIVOS ALIVE	INATIVOS DEAD	PONTA UPPER	MEIO MIDDLE	BASE LOWER	
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
DMS (5%)	TUKEY 2,04	1,72	0,180	3,44	4,58	0,97	6,71

Para meio e base do caule ajustou-se regressão linear, indicando aumento na acumulação 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.

**TABELA 6. Equações de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ponto de máximo e ponto de inflexão do acúmulo Fósforo (g = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.**

**TABLE 6. Regression equations and its respective coefficient of determination ( $R^2$ ), point of inflection and culmination involving Phosphorus content of aboveground biomass (Y) and age (X) of *E. grandis*.**

PARTES DA PLANTA TREE COMPONENT	EQUAÇÕES REGRESSION EQUATIONS	R2	PONTO DE MÁXIMO REGRESSION POINT OF CULMINATION		PONTO DE INFLEXÃO REGRESSION POINT OF INFLECTION
			X	Y	X
FOLHAS LEAVES	n.s. até 3. <sup>o</sup> grau n.s. up to the third degree	-	-	-	-
RAMOS ATIVOS ALIVE BRANCHES	n.s. até 3. <sup>o</sup> grau n.s. up to the third degree	-	-	-	-
RAMOS INATIVOS DEAD BRANCHES	$Y = 0,0857 + 0,0957X - 0,0111X^2$	68,2	4,3	0,12	-
CAULE DA PONTA UPPER STEM	$Y = 3,4049 - 4,5928X + 1,9511X^2 - 0,1703X^3$	79,8	6,2	9,34	3,8
CAULE DO MEIO MIDDLE STEM	$Y = 1,3279 + 1,6990X$	76,3	-	-	-
CAULE DA BASE LOWER STEM	$Y = 0,2120 + 0,2265X$	82,7	-	-	-
TOTAL TOTAL	$Y = 8,8667 - 6,4753X + 3,4282X^2 - 0,3157X^3$	80,8	6,1	25,27	3,6

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 9 de P/kg de caule<sup>1</sup>. Plantas com 5 anos de idade apresentaram teores estimados de 0,15 9 de P/kg de caule. LUBRANO (1970), encontrou em *E. viminalis* com a mesma idade, valor de 0,39 9 de P/kg de caule<sup>1</sup>.

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 9 para folhas e 2,25 9 para ramos ativos aos 6 anos de idade.

### 3.4. Potássio

As quantidades de potássio acumuladas pelas diversas partes e pela planta inteira, em função das idades, encontram-se na Tabela 7. Pelo teste de F (não incluído) 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 da idade, ajustaram-se equações de regressão, que aparecem na Tabela 8.

<sup>1</sup> dados recalculados

**TABELA 7. Quantidades de Potássio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função da idade (anos). Média de 4 repetições.**

**TABLE 7. Potassium accumulation (g) on *E. grandis* aboveground dry weight biomass at different ages. Mean of replications.**

IDADE (ANOS) AGE (YEARS)	FOLHAS LEAVES	RAMOS BRANCHES			CAULES STEM			TOTAL
		ATIVOS ALIVE	INATIVOS DEAD	PONTA UPPER	MEIO MIDDLE	BASE LOWER		
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	
DMS (5%)	TUKEY							
		20,02	18,09	1,76	29,12	78,58	5,02	118,36

**TABELA 8. Equações de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ponto de máximo e ponto de inflexão do acúmulo Potássio ( $g = Y$ ) em função da idade (anos =  $X$ ) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.**

**TABLE 8. Regression equations and its respective coefficient of determination ( $R^2$ ), point of inflection and culmination involving Potassium content of aboveground biomass ( $Y$ ) and age ( $X$ ) of *E. grandis*.**

PARTES DA PLANTA TREE COMPONENT	EQUAÇÕES REGRESSION EQUATIONS	R2	PONTO DE MÁXIMO REGRESSION POINT OF CULMINATION	
			X	Y
FOLHAS LEAVES	n.s. até 3.º grau n.s. up to the third degree	-	-	-
RAMOS ATIVOS ALIVE BRANCHES	$Y = 4,2798 + 1,5995X$	36,8	-	-
RAMOS INATIVOS DEAD BRANCHES	$Y = - 0,5751 + 0,9015X - 0,1115X^2$	83,8	4,0	1,25
CAULE DA PONTA UPPER STEM	$Y = - 13,7990 + 12,3356X$	90,7	-	-
CAULE DO MEIO MIDDLE STEM	$Y = 17,6437 + 15,7952X$	88,0	-	-
CAULE DA BASE LOWER STEM	$Y = 0,6044 + 4,9905X - 0,4564X^2$	44,0	5,5	13,04
TOTAL TOTAL	$Y = 2,3714 + 31,5684X$	84,5	-	-

Aos acúmulos de K no ramo ativo, ponta e meio do caule, e para a planta inteira, em função da idade, ajustaram-se equações de regressão linear, mostrando aumento no acúmulo com o envelhecimento da planta. A planta inteira acumulou 218,61 9 de potássio em 7 anos de idade.

Para ramos inativos e base do caule, ajustaram-se equações de regressão de 2.º grau, com acúmulo máximo igual a 1,25 9 aos 4 anos de idade e 13,04 9 aos 5,5 anos de idade, respectivamente.



LUBRANO (1970), trabalhando com *E. viminalis* com 5 anos de idade, observou teores de 2,25 g de K/kg de caule<sup>1</sup> e 2,64 g de K/kg de ramo ativo<sup>1</sup>. 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.

Aos 2 anos de idade encontraram-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<sup>1</sup> e 5,07 g de K/kg de caule<sup>1</sup>.

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

### 3.5. Cálcio

As quantidades de cálcio acumuladas em função da idade das plantas, encontram-se na Tabela 9. Aos efeitos da análise de variância, foram ajustadas equações de regressão, que aparecem na Tabela 10.

As quantidades de cálcio dos ramos ativos, meio e base do caule e para a planta inteira em função da idade são representadas por equações de regressão linear, aumentando a concentração à medida que a planta envelhece. Em plantas com 7 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 ramo ativo<sup>1</sup> encontrada por HAAG et alii (1963), em plantas com a mesma idade.

Nas folhas aos 7 anos de idade, a quantidade observada foi 6,86 g de Ca/kg de folha, inferior à obtida por LUBRANO (1970), em *E. viminalis*, que foi de 7,69 g/kg de folha<sup>1</sup>.

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

**TABELA 9. Quantidades de Cálcio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função da idade (anos). Média de 4 repetições.**

**TABLE 9. Calcium accumulation (g) on *E. grandis* aboveground dry weight biomass at different ages. Mean of four replications.**

IDADE (ANOS) AGE (YEARS)	FOLHAS LEAVES	RAMOS BRANCHES			CAULES STEM			TOTAL
		ATIVOS ALIVE	INATIVOS DEAD	PONTA UPPER	MEIO MIDDLE	BASE LOWER		
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	
DMS (5%)	TUKEY 17,18	31,21	29,17	52,03	119,72	35,19	173,35	

<sup>1</sup> dados recalculados

### 3.6. Magnésio

As quantidades de magnésio acumuladas pelas partes e pela planta inteira em função da idade, encontram-se na Tabela 11. Aos efeitos da análise de variância, foram ajustadas equações de regressão, que aparecem na Tabela 12.

Para ramos ativos, meio e base do caule e para a planta inteira, 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 de 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<sup>1</sup>, 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<sup>1</sup> e 0,98 g/kg de caule<sup>1</sup>.

**TABELA 10. Equações de regressão, coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), ponto de máximo e ponto de inflexão do acúmulo Cálcio (g = Y) em função da idade (anos = X) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.**

**TABLE 10. Regression equations and its respective coefficient of determination (R<sup>2</sup>), point of inflection and culmination involving Calcium content of aboveground biomass (Y) and age (X) of *E. grandis*.**

PARTES DA PLANTA TREE COMPONENT	EQUAÇÕES REGRESSION EQUATIONS	R2	PONTO DE MÁXIMO REGRESSION POINT OF CULMINATION	
			X	Y
FOLHAS LEAVES	n.s. até 3.º grau n.s. up to the third degree	-	-	-
RAMOS ATIVOS ALIVE BRANCHES	Y = 2,8380 + 5,1356X	26,8	-	-
RAMOS INATIVOS DEAD BRANCHES	Y = - 10,1185 + 13,8403X - 1,6317X <sup>2</sup>	56,5	4,2	19,23
CAULE DA PONTA UPPER STEM	Y = - 391716 + 23,9765X	73,0	-	-
CAULE DO MEIO MIDDLE STEM	Y = - 56,2910 + 34,0932X	78,1	-	-
CAULE DA BASE LOWER STEM	Y = - 12,9455 + 10,5235X	61,9	-	-
TOTAL TOTAL	Y = - 79,6895 + 65,3956X	69,1	-	-

<sup>1</sup> dados recalculados.

**TABELA 11. Quantidades de Magnésio (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função da idade (anos). Média de 4 repetições.**

**TABLE 11. Magnesium accumulation (g) on *E. grandis* aboveground dry weight biomass at different ages. Mean of four replications.**

IDADE (ANOS) AGE (YEARS)	FOLHAS LEAVES	RAMOS BRANCHES			CAULES STEM			TOTAL
		ATIVOS ALIVE	INATIVOS DEAD	PONTA UPPER	MEIO MIDDLE	BASE LOWER		
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	
DMS (5%)	TUKEY	3,22	6,29	1,25	16,04	34,44	5,45	47,00

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

### 3.7. Enxofre

Os dados de acumulação de enxofre nas partes e planta inteira, em função das idades das plantas, estão resumidos na Tabela 13. Aos dados foram ajustadas equações de regressão que aparecem na Tabela 14, para representar as quantidades acumuladas de enxofre.

Para meio do caule e planta inteira foram ajustadas equações de 1.º grau, mostrando que a quantidade aumenta com o envelhecimento da planta. Aos 7 anos de idade 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 anos de idade.

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

**TABELA 12. Equações de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ponto de máximo e ponto de inflexão do acúmulo de Magnésio ( $g = Y$ ) em função da idade (anos =  $X$ ) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.**

**TABLE 12. Regression equations and its respective coefficient of determination ( $R^2$ ), point of inflection and culmination involving Magnesium content of aboveground biomass ( $Y$ ) and age ( $X$ ) of *E. grandis*.**

PARTES DA PLANTA TREE COMPONENT	EQUAÇÕES REGRESSION EQUATIONS	R2	PONTO DE MÁXIMO REGRESSION POINT OF CULMINATION		PONTO DE INFLEXÃO REGRESSION POINT OF INFLECTION
			X	Y	X
			FOLHAS LEAVES	n.s. até 3.º grau n.s. up to the third degree	-
RAMOS ATIVOS ALIVE BRANCHES	$Y = 0,2135 + 0,9951X$	32,5	-	-	-
RAMOS INATIVOS DEAD BRANCHES	$Y = -0,2877 + 0,7301X - 0,0941X^2$	86,9	3,9	1,13	-
CAULE DA PONTA UPPER STEM	$Y = 19,2904 - 23,7153X + 8,0314X^2 - 0,5950X^3$	77,0	7,1	42,80	4,5
CAULE DO MEIO MIDDLE STEM	$Y = -8,5421 + 6,3326X$	80,1	-	-	-
CAULE DA BASE LOWER STEM	$Y = -0,5496 + 1,0744X$	57,7	-	-	-
TOTAL TOTAL	$Y = -15,1511 + 16,1684X$	70,3	-	-	-

**TABELA 13. Quantidades de Enxofre (g) acumuladas pela parte aérea das plantas de *E. grandis* em função da idade (anos). Média de 4 repetições.**

**TABLE 13. Sulphur accumulation (g) on *E. grandis* aboveground dry weight biomass at different ages. Mean of four replications.**

IDADE (ANOS) AGE (YEARS)	FOLHAS LEAVES	RAMOS BRANCHES			CAULES STEM			TOTAL
		ATIVOS ALIVE	INATIVOS DEAD	PONTA UPPER	MEIO MIDDLE	BASE LOWER		
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	
DMS (5%)	TUKEY	6,08	6,09	3,97	110,22	110,22	18,54	110,12

### 3.8. Extração de Nutrientes

Na Tabela 15 encontram-se as quantidades de nutrientes acumuladas pelas partes e pela planta inteira, nas idades de máximo acúmulo.

Entre os nutrientes, 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.

O nitrogênio foi o nutriente que mais se acumulou nas folhas; e O cálcio, nas demais partes das plantas.

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

Na Tabela 16 estão apresentadas as quantidades de nutrientes acumuladas pela planta, em porcentagem do máximo, nas idades estudadas.

Para todos os nutrientes, exceto para o P, houve acumulação crescente pelas plantas com o aumento da idade. O ponto de máxima velocidade de acumulação para o P ocorreu aos 3,6 anos de idade, com uma taxa de acumulação de 23,1% do total extraído por ano. Aos 6 anos de idade, 99,9% do fósforo total foi extraído.

**TABELA 14. Equações de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), ponto de máximo e ponto de inflexão do acúmulo de Enxofre ( $g = Y$ ) em função da idade (anos =  $X$ ) na parte aérea das plantas de *E. grandis*.**

**TABLE 14. Regression equations and its respective coefficient of determination ( $R^2$ ), point of inflection and culmination involving sulfur content of aboveground biomass ( $Y$ ) and age ( $X$ ) of *E. grandis*.**

PARTES DA PLANTA TREE COMPONENT	EQUAÇÕES REGRESSION EQUATIONS	R2	PONTO DE MÁXIMO REGRESSION POINT OF CULMINATION		PONTO DE INFLEXÃO REGRESSION POINT OF INFLECTION
			X	Y	X
FOLHAS LEAVES	n.s. até 3.º grau n.s. up to the third degree	-	-	-	-
RAMOS ATIVOS ALIVE BRANCHES	n.s. até 3.º grau n.s. up to the third degree	-	-	-	-
RAMOS INATIVOS DEAD BRANCHES	$Y = -0,0198 + 2,2285X - 0,2615X^2$	47,3	4,2	2,76	-
CAULE DA PONTA UPPER STEM	$Y = 22,1123 - 29,2256X + 10,4831X^2 - 0,8943X^3$	85,8	6,0	30,98	3,9
CAULE DO MEIO MIDDLE STEM	$Y = -12,2095 + 12,4929X$	72,3	-	-	-
CAULE DA BASE LOWER STEM	n.s.	-	-	-	-
TOTAL	$Y = -6,7212 + 19,6307X$	67,6	-	-	-

**TABELA 15. Quantidade de nutrientes extraídas pelas partes de *E. grandis* (g) em função da idade (anos entre parênteses), nos pontos de máxima acumulação.**

**TABLE 15. Amount of nutrients uptaken by the tree components of *E. grandis* as function of age (in parenthesis), on the point of culmination.**

NUTRIENTES NUTRIENTS	FOLHAS LEAVES	Ramos			Caules Stem			Extração total Nutrient uptake	
		Ativos Alive	Inativos Dead	Ponta Upper	Meio Middle	Base Lower	g/árvore g/tree	Kg/ha	
N	88,47(6,0) <sup>1</sup>	20,55(7,0)	5,92(4,2)	116,37(6,2)	128,40(6,2)	26,15(7,0)	361,19(7,0)	541,70	
P	4,42(6,0) <sup>1</sup>	2,25(6,0) <sup>1</sup>	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) <sup>1</sup>	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) <sup>1</sup>	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) <sup>1</sup>	7,18(7,0)	1,13(3,9)	35,79(7,0)	35,79(7,0)	6,97(7,0)	92,03(7,0)	138,04	
S	10,92(6,0) <sup>1</sup>	8,74(6,0) <sup>1</sup>	2,76(4,2)	75,24(7,0)	75,24(7,0)	7,40(1,7) <sup>2</sup>	130,69(7,0)	196,04	

1. Dados observados

Observed data

2. Dados médios entre 1 a 7 anos de idade

Average of ages 1 through 7.

3. Calculado em função de 1.500 plantas/há

Stand density 1,500 trees/há

**TABELA 16. Porcentagem de nutrientes acumulados em plantas de *E. grandis* nas idades estudadas.**

**TABLE 16. Percentage of nutrients at different ages in *E. grandis* plantation.**

NUTRIENTE NUTRIENT	IDADE (ANOS) AGE (YEARS)							Extração/planta/ano (g) Nutrient uptake g/tree/years
	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	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 <sup>2</sup>	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

1. Vide texto

See text

2. Dado observado

Observed data

Entre 3 e 4 anos de idade, observou-se uma extração em torno de 50% do total extraído para todos os elementos, exceto para o Ca que aos 4 anos de idade extraiu 49,5%.

### 3.9. Exportação de Nutrientes

Na Tabela 17 encontram-se as quantidades de nutrientes exportados pelo caule das plantas com 7 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 m<sup>3</sup>/ha.

**TABELA 17. Quantidades de nutrientes e porcentagem da extração, exportado pelo caule de *E. grandis* com 7,0 anos de idade.**

**TABLE 17. Nutrient uptaken by 7 years old *E. grandis* stem in grams and percentage.**

NUTRIENTE NUTRIENT	Exportação Nutrient uptake		% do total Percentage of total
	g/planta g/tree	kg/ha kg/hectare	
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

1. Considerando 1.500 plantas/há, com produção em volume real com casca de 355,44 m<sup>3</sup>/ha.

Solid wood production of 355,44 cu m/ha and stand density of 1500 trees/ha.

Observam-se para todos os nutrientes, altas porcentagens de exportação pela cultura, sendo o magnésio o mais exportado do total extraído. Para todos os nutrientes o cálcio foi o mais exportado em quantidade; 580,38 kg/há.

## 4. CONCLUSÕES

### 4.1. 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 anos de idade, e para ponta do caule aos 6, 7 anos de idade.
- A altura máxima ocorre aos 7 anos de idade, e o diâmetro máximo ocorre depois dos 7 anos de idade das plantas.

### 4.2. Extração de Nutrientes

- Os nutrientes 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.
- Mais de 98% do fósforo são acumulados até 6 anos de idade.
- O cálcio é o nutriente mais extraído, seguido, em ordem decrescente de: N, R, S, Mg e P.

### 4.3. Exportação de Nutrientes

- Em porcentagem da extração pela planta, o magnésio é o nutriente mais exportado através do caule, vindo a seguir, em ordem decrescente: P, Ca, R=S e N.

## 5. RESUMO

Foram coletadas amostras das folhas, ramos ativos e inativos, ponta, meio e base do caule, de plantas de *E. grandis* (Hill ex-Maiden), com 1 até 7 anos de idade em povoamentos situados em latossol vermelho-amarelo, barro arenoso, no Horto Florestal de Mogi-Guaçu, SP, pertencente à CHAMPION PAPEL E CELULOSE S.A., visando obter dados para estabelecer equações para o crescimento e extração de nutrientes 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 anos de idade, e DAP (diâmetro à altura do peito) máximo após os 7 anos de idade (7,3cm).
- As maiores acumulações de N, P, R, Mg e S nas plantas ocorreram nas folhas.
- As plantas atingiram a máxima quantidade de nutrientes nas seguintes idades (anos): P=6,1; N, R, Ca, Mg e S=7.
- Os nutrientes mais extraídos e exportados, em ordem decrescente, foram:  $Ca > N > R > S > Mg > P$ .
- Mais de 980/c do fósforo acumularam até 6 anos de idade, e para os demais nutrientes as quantidades acumuladas aumentaram com o envelhecimento das plantas.
- O magnésio foi o nutriente mais exportado em % do total extraído pelas plantas, vindo a seguir em ordem decrescente:  $P > Ca > K=S > N$ .

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

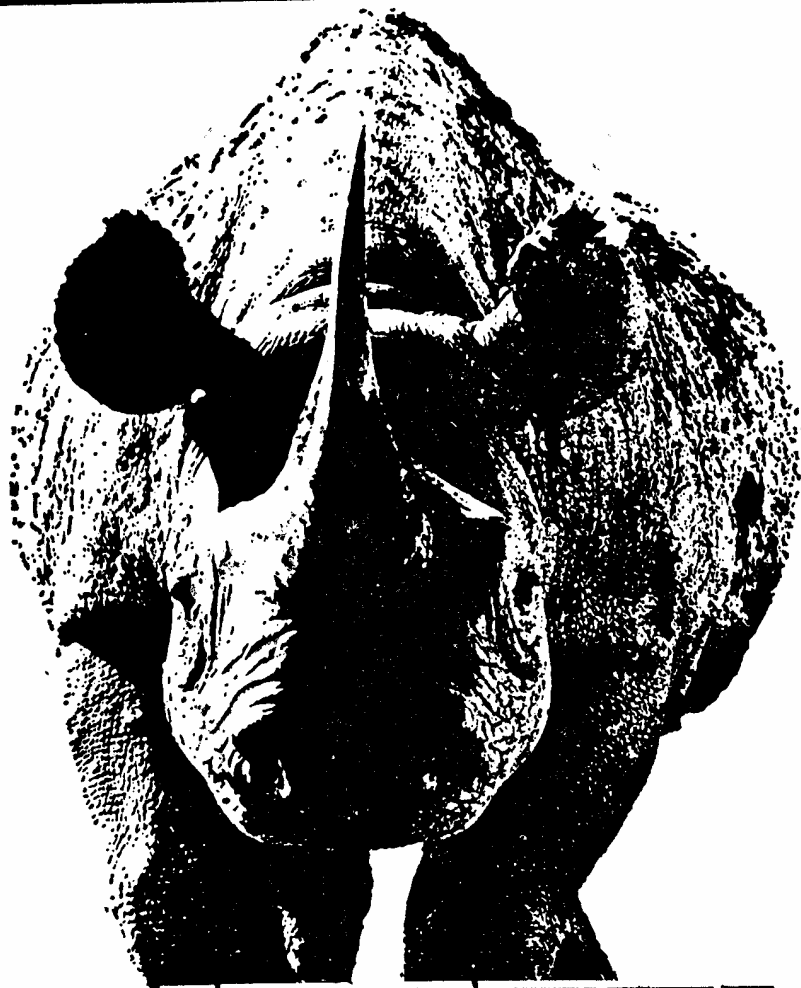
- HAAG, H.P.; ROCHA FILHO, J.V.C. & OLIVEIRA, G.D. de. Ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de *Eucalyptus* e *Pinus*: 2- contribuição das espécies de nutrientes na manta. **O solo**, Piracicaba, **70**(2): 28-31, 1978.
- HAAG, H.P. et alii. Composição química do *E. alba* Reinw e *E. grandis* Hill ex-Maiden: resultados preliminares. **Fertilité**, Paris, **18**: 9-14, 1963.
- LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. **Plant and soil**, The Hague, **45**(2): 477-92, 1976.
- LUBRANO, L. Investigations on the nutrient requirements of some Eucalyptus species. **Pubblicazione del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale**, Roma, **11**(1): 1-15, 1970.
- McCOOL, J .R. & HUMPHREYS, F .R. Relationships between some nutritional factors and the distributions of *E. gummifera* and *E. maculata*. **Ecology**, Durham, **48**(5): 766-71, 1967.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. 56p.



VEIGA, R.A. de A. Equações volumétricas para *E. saligna* Smith, em ocasião do 1.0 corte. Botucatu, 1972. 174p. (Tese-Livre-Docência, FCMB).

WILL, G.M. Some notes on nutrient deficiency *Eucalyptus* spp. CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2, São Paulo, 1961. v.2, p.938-41.

**EXISTEM CHAPAS DURAS  
MAIS FORTES E MENOS FORTES.**



**DURATEX**  
 **É MAIS.**



# **REFLORA REFLORESTADORA E AGRÍCOLA S.A**

**UMA EMPRESA DA FUNDAÇÃO JOSÉ CARVALHO FILHO**

## **ATIVIDADES PRINCIPAIS:**

- **Elaboração e Execução de Projetos de Reflorestamento próprio e de terceiros;**

**(Portaria DC-10 de 20.06.75 do IBDF e Incentivo Fiscal  
Lei 5.106 de 02.09.66 e Dec. Lei 1.134 de 16.11.70)**

- **Elaboração de Projetos Agro-Pecuarios;**
- **Produção e Comercialização de carvão vegetal.**

## **ENDEREÇO:**

**Sede – Rua Miguel Calmon, 38/42 S/810/11  
Fone 2-4111 Salvador-Bahia.  
Escritório de operações – Pojuca – Bahia.**