

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA E REMOÇÃO DE NUTRIENTES EM POVOAMENTOS
DE *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* CULTIVADOS NA REGIÃO DE CER-
RADO DE MINAS GERAIS.**

Aloísio Rodrigues Pereira¹
Dimas Coutinho de Andrade¹
Pedro Geraldo Leal¹
Nestor C. dos Santos Teixeira²

SUMMARY

This work was undertaken on the vicinity of Curvelo, MG. The objectives were to determine the amount of biomass and nutrients such as N, P, K, Ca and Mg on the stem, bark leaves and branches of Eucalyptus saligna and E. citriodora, at the age of 8 years. The cultivation spacing used was 3 x 2 m. It was observed that the volume of wood produced by E. saligna was 50% higher than the volume of wood produced by E. citriodora. However, no difference was noticed between the total biomass produced by the two species. The amount of litter produced by E. citriodora was 14,734 kg/ha while E. saligna produced 21,932 kg/ha. E. citriodora also accumulated higher amount of nutrients than E. saligna.

O cerrado ocupa uma grande área no Brasil central, são solos profundos, intemperizados, que apresentam uma baixa fertilidade associado a uma elevada saturação de alumínio, que normalmente torna-se tóxico à maioria das plantas. No Brasil esta área está sendo utilizada cada vez mais, principalmente com reflorestamentos, onde se sobressai o gênero *Eucalyptus*.

Apesar de sua baixa fertilidade, este ecossistema apresenta uma topografia que facilita a implantação de florestas, constituindo-se de manejo avançado, que proporciona uma maior facilidade no uso de implementos adequados à implantação e exploração florestal.

Com a demanda cada vez maior de matéria-prima às indústrias ligadas ao setor florestal, há necessidade de aumentar a produtividade dessas florestas. Isso permitiu aos técnicos desenvolverem trabalhos na tentativa de reduzir a idade de corte, e em alguns casos a utilização total da árvore.

No entanto, pouco ou nenhuma ênfase foi dada às implicações nutricionais do solo, decorrentes da redução do ciclo de corte e utilização total da árvore. Essa utilização integral da árvore, visando

utilizar o tronco, galhos e até mesmo casca e folhas, tem contribuído para agravar os problemas nutricionais, quebrando a ciclagem de nutrientes, diminuindo o teor de matéria orgânica, e consequentemente aumentando ainda mais a exportação de nutrientes minerais.

KRAMER & KOSLOWSKI (1960) enfatizam que a nutrição mineral é um fator de grande importância na fisiologia da árvore, uma vez que o suprimento adequado dos elementos minerais é essencial para o bom desenvolvimento da árvore.

SWUAN (1966) comenta que uma diagnose precisa das deficiências de nutrientes no solo é um requisito essencial para o uso científico e proveitoso de fertilizantes em florestas. Entretanto, se houver suspeitas de deficiências minerais, elas poderão ser diagnosticadas através da análise do solo e da análise química dos teores de nutrientes nas folhas.

WEETMAN e WEBBER (1972) mostraram que no corte total da árvore aumenta a remoção dos nutrientes; em

1 Soc. de Investigações Florestais — U.F.V. 36 570, Viçosa, MG.
2 PLANTAR S.A. Rua Juvenal Borges, 27. 35 790 — Curvelo, MG.

Picea rubens, com 65 anos de idade houve um aumento de fósforo de 267%, mas o aumento da remoção de potássio foi de somente 78%. Ainda com relação ao efeito do corte total da árvore na remoção de nutrientes, para *Pinus taeda*, WEETMAN & WEBBER, trabalharam com duas rotações, de 20 anos, sendo que com o corte total das árvores, foi removido 66% a mais de N e 93% a mais de P, 45% de K e 34% a mais de Ca, do que uma rotação de 40 anos com cortes do tronco.

O objetivo desse trabalho é fazer uma análise comparativa entre a produção do Biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* na região de cerrado de Minas Gerais.

2. METODOLOGIA

O projeto experimental foi conduzido em áreas da Plantar S.A. — Planejamento, Técnica e Administração de Reflorestamentos, no município de Curvelo, MG, no Horto H₂.

As espécies estudadas foram o *Eucalyptus saligna* e *E. citriodora*, plantados no espaçamento de 3,0 x 2,0 m. Foram utilizados plantios comerciais representativos da região, com idade de 9 anos.

Para cada espécie utilizada foram lançadas parcelas de 600 m², onde foi levantada a porcentagem de falhas e medidos os DAP's das árvores existentes.

A fim de se fazer uma avaliação da biomassa e distribuição de nutrientes nas diferentes partes da árvore, abateu-se em cada parcela duas árvores de dimensões médias, das quais foram obtidos, além de altura, os seguintes dados: peso fresco de folhas, galhos, tronco e casca, os quais foram posteriormente transformados em porcentagem do peso total da parte aérea das árvores.

De cada árvore, retirou-se amostras de seus vários constituintes, as quais depois de secas em estufa, a 75°C durante 72 horas, foram processadas e analisadas quimicamente, enfatizando a presença dos seguintes constituintes minerais: N, P, K, Ca, e Mg.

Foi ainda realizada, em cada parcela, uma amostragem do litter depositado sobre o solo, a fim de se conhecer quantitativamente a reposição de nutrientes minerais ao solo, parte da ciclagem de nutrientes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 encontra-se os resultados de peso seco médio (%), da biomassa das duas espécies estudadas. Comparando a distribuição do peso seco do tronco, verifica-se que para o *E. saligna*, há uma maior produção de matéria seca, enquanto que para casca, folhas e galhos há uma inversão dos dados, isto é, o *E. citriodora* contribui com maiores proporções dessas partes, e no total de matéria seca produzida as duas espécies equivalem-se.

Quando se compara a presença do "Litter" pelas espécies, verifica-se um aumento razoável pelo *E. saligna*, o que de certa forma pode favorecer a reposição dos nutrientes ao solo.

Apesar dos galhos e folhas representarem uma baixa porcentagem de matéria seca, estes quando analisados os teores de N, P, K, Ca Mg, podem apresentar uma reposição de nutrientes considerável. A extração de nutrientes varia de espécie para espécie, conforme pode ser constatado analisando os Quadros 2 e 3, verifica-se que, mesmo estes (folhas e galhos) representando uma baixa porcentagem de matéria seca em relação ao tronco possuem uma concentração muito superior de nutrientes, e que de certa forma quando retirados do sistema poderá acarretar uma rápida redução da fertilidade do solo. De maneira geral o N, K, Ca e Mg encontram-se em maiores proporções (folhas + galhos) em relação ao tronco, enquanto que o P permanece com pouca variação quando comparado com o tronco. Dependendo da espécie, encontrará uma maior ou menor quantidade de nutrientes para potássio, observa-se que no *E. saligna*, representa menos da metade em relação ao *E. citriodora*. Já Ca e Mg são mais elevados no *E. saligna* (Quadros 2 e 3).

QUADRO 1 — Distribuição do peso seco médio da biomassa de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus citriodora*, cultivado na região de Curvelo, MG, no espaçamento de 3x2 m, aos 9 anos de idade.

Espécie	Peso seco médio (%)				Peso seco total (kg)	CAP (cm)	Altura total (m)	Altura útil* (m)	Peso seco Litter (kg/ha)	Volume (m ³ /ha)
	Tronco	Casca	Galhos	Folhas						
<i>E. saligna</i>	71,31	12,17	7,37	9,15	106,51	49,5	18,65	17,25	21.932,	289,29
<i>E. citriodora</i>	64,36	16,92	8,96	9,96	106,45	44,0	16,65	14,20	14.734,	194,66

* Altura até um diâmetro mínimo de 3 cm.

QUADRO 2 — Quantidades médias de N, P, K, Ca e Mg, em kg/ha, acumuladas pelos diversos componentes de árvores de *Eucalyptus saligna*, cultivados na região de Curvelo, MG, no espaçamento de 3x2 m, aos 9 anos de idade.

Componentes da árvore	N	P	K	Ca	Mg
Tronco	87,82	22,89	60,77	40,51	43,55
Casca	59,97	12,93	29,39	142,63	31,98
Galho	49,96	5,27	23,04	86,41	28,80
Folha	183,74	15,26	27,94	90,99	46,79
Total	381,49	56,35	141,14	360,54	151,12

QUADRO 3 — Quantidades médias de N, P, K, Ca e Mg, em kg/ha, acumuladas pelos diversos componentes de árvores de *Eucalyptus citriodora*, cultivados na região de Curvelo, MG, no espaçamento de 3x2 m, aos 9 anos de idade.

Componentes da árvore	N	P	K	Ca	Mg
Tronco	118,17	36,27	90,90	72,72	37,27
Casca	51,97	7,21	77,91	143,84	53,94
Galho	25,30	5,06	25,37	22,20	12,68
Folha	129,70	20,07	141,09	59,96	38,80
Total	325,14	68,61	335,27	298,72	142,69

QUADRO 4 — Eficiência da utilização de N, P, K, Ca e Mg em kg/ha de matéria seca produzida por kg de cada elemento para *Eucalyptus saligna* em função dos diferentes componentes da árvore, aos 9 anos de idade.

Componentes da árvore	N	P	K	Ca	Mg
Tronco	1.153,38	4.425,07	1.666,7	2.500,36	2.325,83
Casca	288,25	1.336,92	588,17	121,19	540,54
Galho	209,53	1.986,42	454,36	121,14	363,48
Folha	70,73	851,69	465,16	142,83	277,76
Total	1.721,89	8.600,10	3.174,39	2.885,52	3.507,61

QUADRO 5 — Eficiência da utilização de N, P, K, Ca e Mg em kg/ha de matéria seca produzida por kg de cada elemento, para *Eucalyptus citridora*, em função dos diferentes componentes da árvore, aos 9 anos de idade.

Componentes da árvore	N	P	K	Ca	Mg
Tronco	773,17	2.519,06	1.005,13	1.256,41	2.451,47
Casca	462,18	3.331,47	308,30	166,99	445,30
Galho	502,75	2.513,78	501,37	572,96	1.003,13
Folha	109,01	704,50	100,21	235,81	364,41
Total	1.847,11	9.068,81	1.915,01	2.232,17	4.264,31

QUADRO 6 — Concentração de N, P, K, Ca e Mg em porcentagem, para os diferentes componentes de árvores de *Eucalyptus saligna*, aos 9 anos de idade.

Componentes da árvore	N	P	K	Ca	Mg
Tronco	0,0867	0,0226	0,0600	0,0400	0,0430
Casca	0,3469	0,0748	0,1700	0,8250	0,1850
Galho	0,4770	0,0504	0,2200	0,8250	0,2750
Folha	1,4136	0,1174	0,2150	0,7000	0,3600

QUADRO 7 — Concentração de N, P, K, Ca e Mg em porcentagem, para os diferentes componentes de árvores de *Eucalyptus citriodora* aos 9 anos de idade.

Componentes da árvore	N	P	K	Ca	Mg
Tronco	0,1300	0,0399	0,1000	0,0800	0,0430
Casca	0,2168	0,0301	0,3250	0,6000	0,2250
Galho	0,1994	0,0399	0,2000	0,1750	0,1000
Folha	0,9193	0,1423	1,0000	0,4250	0,2750

Verificando-se os dados dos Quadros 4 e 5, referentes a eficiência de utilização de N, P, K, Ca e Mg pelas duas espécies estudadas, nota-se que a melhor eficiência deve-se ao elemento fósforo, isto é, com 1 kg deste elemento, há uma maior produção de matéria seca por todos os componentes da árvore. No entanto, observa-se que esta utilização varia de uma espécie para outra de acordo com o componente estudado. Quando comparada a eficiência de utilização de nutrientes entre as espécies como um todo, verifica-se que apesar de haver variações em seus componentes, em termos globais, estas variações não diferem muito da outra, os nutrientes estudados, entretanto, para K há uma grande variação entre as 2 espécies.

As concentrações dos nutrientes estudados para os diferentes componentes das árvores encontram-se nos Quadros 6 e 7.

3.1. Nitrogênio

Conforme Quadros 6 e 7, observa-se que as maiores concentrações foram encontradas nas folhas e as menores no tronco, cascas e galhos apresentam concentrações intermediárias. PEREIRA et alii (1983), verificaram para *E. grandis* aos 7 anos de idade uma concentração estimada nas folhas de 1,71%, no tronco 0,25%. BELLOTE (1979) encontrou em árvores da mesma idade e espécie cultivadas na região do cerrado, 1,78% nas folhas, e 0,24% nos caules. Nesse trabalho foram encontrados para o *E. saligna* 0,086% e 1,41% para tronco e folhas respectivamente, enquanto que para o *E. citriodora* encontrou-se 0,13% de N para o tronco e 0,91% para as folhas.

BELLOTE (1979) encontrou em seu trabalho valores estimados de 1,57 g de N/kg de caule para *E. grandis* aos 5 anos de idade, PEREIRA et alii encontraram valores de 1,5 g de N/kg de caule, enquanto neste trabalho foi encontrado valores de 0,86 e 1,29 g de N/kg de tronco para o *E. saligna* e *E. citriodora* respectivamente.

PEREIRA et alii (1983) afirmam que com o aumento da idade a eficiência

de utilização do nitrogênio aumenta, ou seja, para a mesma quantidade de nutriente se produz mais matéria seca. Indicando que as explorações de florestas em idades jovens, a eficiência de utilização do nitrogênio deverá ser baixa, aumentando com o aumento da idade. Neste trabalho, aos 9 anos de idade produziu 1.721 kg/ha de matéria seca para o *E. saligna*, contra 1.847 kg/ha de matéria seca para o *E. citriodora* por kg de N, sendo que aproximadamente 50% dessa matéria seca produzida é proveniente de folhas, galhos e cascas, mostrando a importância destes componentes na manutenção da fertilidade do solo, já que apresentam baixa contribuição energética na utilização industrial.

3.2. Fósforo

PEREIRA et alii (1983), trabalhando com *Eucalyptus grandis* observaram que, com relação a eficiência do P verifica-se que com o aumento da idade a eficiência de utilização do nutriente aumenta, ou seja, em idades jovens é necessário muito mais nutriente para produzir a mesma quantidade de matéria seca. BELLOTE (1979) trabalhando também com *Eucalyptus grandis* encontrou aos 2 anos de idade um acúmulo estimado em 0,23 g de P/kg de tronco, HAAG et alii (1963) encontraram para plantas de mesma idade e espécie teor de 0,37 g de P/kg de tronco, PEREIRA et alii (1983) encontraram um acúmulo de 0,11 g de P/kg de tronco, sendo encontrado no presente trabalho um acúmulo estimado de 0,39 e 0,22 g de P/kg de tronco para o *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* respectivamente, sendo, portanto, valores distintos. Isso parece indicar que os povoamentos estudados influem grandemente nesses resultados e certamente os povoamentos estudados deveriam apresentar produção de matéria seca diferentes, uma vez que estes estudos não acompanham a análise de um mesmo povoamento, e sim uma condição estática, coletando material de povoamento de espécies distintas.

3.3. Potássio

Observou-se que as maiores concentrações encontram-se nas folhas e as menores no tronco, que na maioria das vezes é o componente mais explorado, por isso pode parecer que será retirado pouco potássio do sistema pelo tronco. Mas o tronco na época da exploração representa cerca de 80% do peso seco total da árvore e que aos 9 anos de idade a quantidade de potássio retirada do sistema pela exploração da floresta será cerca de 60 kg/ha para o *E. saligna* contra 90 kg/ha para o *E. citriodora*, correspondendo aproximadamente a 40% do potássio total, para todos os componentes da árvore.

Estudos feitos por KAUL et alii (1968), encontraram para *E. grandis* aos 8 meses de idade cerca de 0,8% de potássio nas folhas, HAAG et alii (1977), encontraram para a mesma espécie aos 7 anos 0,58% de K nas folhas, POGIANI et alii (1983) encontravam para plantios densos (6666 plantas/ha) aos 2,5 anos de idade cerca de 0,65% de K nas folhas. Para o tronco, LUBRANO (1970) encontrou um teor de 0,22% aos 5 anos de idade em *E. viminalis*, PEREIRA et alii (1983) encontraram para *E. grandis* aos 2,5 anos de idade 0,21%, e no presente trabalho os valores encontrados para o *E. saligna* foi de 0,06%, contra 0,1 para o *E. citriodora*, para o tronco, já para as folhas de 0,2% e 1,0% para o *E. saligna* e *E. citriodora*, respectivamente.

Verifica-se que de uma espécie para outra há variação no teor de potássio nos vários componentes e idade das árvores.

3.4. Cálcio

As maiores concentrações de cálcio foram encontradas na casca e folhas e os menores teores no tronco, conforme informações contidas nos Quadros 6 e 7.

A eficiência de cálcio para todos os componentes da árvore aumenta com a idade da árvore. PEREIRA et alii (1983) trabalhando com *E. grandis* aos 7 anos de idade, verificaram que o tronco produz cerca de 1.700 kg de matéria seca

por kg de cálcio. Neste trabalho, no entanto, este aumento parece prevalecer dentro de uma mesma espécie, pois quando se trata de espécies diferentes, podem existir variações, conforme consta neste trabalho, que enquanto o *E. saligna* produziu cerca de 2.500 kg de matéria seca por kg de Ca o *E. citriodora* somente produziu cerca de 1.000 kg.

Nota-se no entanto, que a parte da planta capaz de acumular mais Ca é a casca demonstrando mais uma vez a importância de se deixar a casca no sistema, pois assim este nutriente seria reciclado no sistema, evitando a exaustão do solo deste nutriente e os demais que acompanham a casca, galhos e folhas.

3.5. Magnésio

As maiores concentrações são observadas nas folhas enquanto as menores no tronco, cascas e galhos apresentam uma concentração intermediária, conforme visto nos Quadros 6 e 7 para as duas espécies em estudo.

PEREIRA et alii (1983), encontraram aos 7 anos de idade uma concentração de magnésio nas folhas de 0,20%.

HAAG et alii (1977) e BELLOTE (1979) encontraram 0,19% e 0,17% respectivamente para folhas de *E. grandis* na mesma idade. Nesse trabalho foi encontrado 0,36 e 0,27 para o *E. saligna* e *E. citriodora*, o que de certa forma equipara com os dados encontrados por outros pesquisadores. Há um maior acúmulo de magnésio nas folhas nas duas espécies estudadas, como se observa nos Quadros 2 e 3.

A maior eficiência de utilização se dá para o fósforo vindo em segundo lugar o magnésio, para o *E. saligna* com 1 kg de magnésio produz 3.500 kg de matéria seca contra 4.200 kg de matéria seca para o *E. citriodora*, aos 9 anos de idade.

Conforme visto, torna-se de grande importância a permanência de galhos e folhas no solo, pois além de aumentar o teor de matéria orgânica do solo, facilita uma maior reposição de nutrientes o que favorece a manutenção da fertilidade do solo.

4. CONCLUSÕES

Entre os componentes analisados, o tronco aumenta sua participação entre os demais componentes da árvore em relação ao peso seco total com o aumento da idade, enquanto que galho, casca e folha reduzem, para as duas espécies estudadas.

As maiores concentrações de macronutrientes nas espécies estudadas ocorrem nas folhas exceto para o cálcio que as maiores concentrações ocorreram na casca.

Os nutrientes que apresentam maior concentração na árvore para todos os componentes em ordem decrescentes são $N > K > Ca > Mg > P$.

Em relação a extração de nutrientes pela planta, nitrogênio é o nutriente mais exportado pela colheita do caule, sendo que o menos extraído é o fósforo.

Para todos os macronutrientes verifica-se que há grande acumulação nas folhas, galhos e casca, logo na exploração florestal deve-se procurar não realizar a exploração total da árvore, deixando estes componentes no solo, já que apresentam contribuição energética e industrial pequena.

Com relação a eficiência nutricional para tronco o *Eucalyptus saligna* foi mais eficiente para todos os nutrientes avaliados e para galhos o *E. citriodora* apresentou maior eficiência nutricional. Na utilização total da árvore para N, P e Mg o *E. citriodora* foi mais eficiente e para K e Ca o *Eucalyptus saligna* produziu mais biomassa total por kg de nutriente.

A produção de biomassa total para as duas espécies foi semelhante, entretanto, em termos de volume de madeira o *E. saligna* foi superior a *E. citriodora* em 48,61%, o que mostra que para exploração florestal, transporte e carbonização da madeira, no caso de produção de carvão vegetal, deverá movimentar um grande volume de madeira, entretanto, quando se obter os rendimentos em termos de volume de madeira por quilo de carvão produzido o *E. citriodora* deverá apresentar uma grande vantagem. Os estudos de natureza econômica são de grande importância para decidir sobre as espécies, dependendo do objetivo da madeira, mostrando que a variável volume não pode ser usada isoladamente na tomada de decisão.

5. RESUMO

O trabalho foi desenvolvido na região de Curvelo, MG utilizando espécies de *Eucalyptus saligna* e *E. citriodora* cultivados sob o espaçamento de 3 x 2 m. Determinou-se a biomassa aos 8 anos de idade e a acumulação de nutrientes N, P, K, Ca e Mg para tronco, casca, folhas e galhos. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que em termos volumétricos o *E. saligna* apresentou um volume de madeira cerca de 50% superior ao *E. citriodora*, entretanto, quando se comparou a biomassa total, as 2 espécies se equivaleram. A quantidade de litter depositada pelo *E. citriodora* foi de 14.734 kg/ha e pelo *E. saligna* foi de 21.932 kg/ha. Com relação a acumulação de nutrientes o *E. citriodora* acumulou mais nutrientes que o *E. saligna* dando uma tendência de que o *E. citriodora* parece ser mais exigente de nutrientes que o *E. saligna*.

6. LITERATURA CITADA

1. BELLOTE, A.F.J. Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* em função da idade. ESALQ-USP, Piracicaba, 1979. 129 p. (TESE M.S.)
2. CROMER, R.N. and WILLIAMS, E.R. Biomass and nutrient accumulation in a planted *E. globulus* (Labill) Fertilizer trial. *Aut. J. Bot.*, 30: 265-278. 1982.
3. HAAG, H.P. et alii. Composição química do *Eucalyptus alba* e *E. grandis*. Resultados preliminares. *Fertilité*. 18:9-14. 1963.
4. HAAG, H.P. et alii. Distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citriodora*. IPEF, Piracicaba, (14): 59-68. 1977.
5. KAUL, O.N., SRIVASTAVA, P.B.L. and MATHUR, H.M. Nutrition studies on *Eucalyptus grandis*. III. Diagnosis of mineral deficiencies. *Ind. For* 92 (12): 831-834. 1968.
6. KRAMER, P.J. & KOSLOWSKI, T.T. *Mineral nutrition and salt absorption. Physiology of trees*. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, 1960. 642 p.
7. LUBRANO, L. Investigations on the nutrients requirements of some *Eucalyptus* species. *Publ. Cent. Sper Agric. For.* 11 (1): 1-15. 1970.
8. PEREIRA, A.R., BARROS, N.F., ANDRADE, D.C. Concentração e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* em função da idade, cultivado na região do cerrado. XIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba, 17/24 julho de 1983.
9. POGGIANI, F., COUTO, H.T.Z. and SUI-TER FILHO, W. Biomass and nutrient estimates in short rotation intensively cultured plantation of *Eucalyptus grandis*. IPEF. Piracicaba, (23): 37-42, 1983.
10. SWUAN, H.S.B. Studies of the mineral nutrition of canadian pulpwood species. *Sixth World Forestry Congress*. Madrid. p. 2344-2347. 1966.
11. WEETMAN, G.F. and WEBBER, B. The influence of wood harvesting on the nutrient status of two spruce stands. *Can. J. For. Res.* 2: 351-369. 1972.