

DEPOSIÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO E NUTRIENTES EM PLANTIOS DE *Eucalyptus grandis* EM DIFERENTES REGIMES DE ADUBAÇÃO

Carlos Alberto Ferreira¹
Helton Damin da Silva²
Guilherme de Castro Andrade³
Antonio F. J. Bellote⁴
Luiz Moro⁵

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos para a deposição de serapilheira em plantios de *Eucalyptus grandis*, que receberam apenas adubos químicos, e plantios adubados e tratados com resíduos e cinza, localizados em áreas de "cerrados" do Estado de São Paulo. As implicações para a nutrição e o manejo e a manutenção da produtividade destes plantios são discutidas. Não foi possível estabelecer-se um padrão de deposição de serapilheira em função das diferentes épocas do ano. Entretanto, as coletas efetuadas em outubro, no quarto ano de idade do experimento apresentaram os valores mais elevados, correspondendo à deposição acumulada em julho, agosto e setembro, ou seja final da estação seca. As folhas predominaram na serapilheira e representam, em peso, 91% do material depositado no terceiro ano e 66% no quarto ano. Os valores observados são próximos dos valores teóricos esperados e de estimativas obtidas em diversas tipologias florestais do sudeste do Brasil. Comparativamente a relatos de deposição de serapilheira em outras formações florestais e para plantações de diversas espécies, os maiores valores de deposição obtidos para os tratamentos com cinza e resíduos, a partir do quarto ano de idade, podem ser considerados elevados. A maior deposição de serapilheira, nos tratamentos com cinza e resíduos, permite concluir que a quantidade de serapilheira depositada depende do estado nutricional dos povoamentos florestais. Os tratamentos com cinza e resíduos depositaram aproximadamente 15% a mais de serapilheira, em peso, que o tratamento que recebeu apenas adubação química. O total de serapilheira depositada, no quarto ano de idade, correspondeu a 24,6% da produção primária líquida de biomassa aérea, produzida em igual período. A maior deposição de nutrientes está relacionada com a maior deposição de serapilheira produzida, entretanto os acréscimos nas quantidades de nutrientes, com exceção do N,

¹ Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

² Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

³ Engenheiro Florestal, Mestre, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

⁴ Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*

⁵ Engenheiro Florestal, Mestre, Doutorando da UFPR.

foram proporcionalmente mais elevados que o acréscimo observado para a biomassa. A deposição de P, K, Ca e Mg foi 46,5; 45,2; 80,8 e 33,9%, respectivamente mais elevadas que a deposição obtida para o tratamento com adubo químico apenas. Os valores obtidos para deposição anual de biomassa de serapilheira, em peso, sua relação com a produção primária líquida da parte aérea e a contribuição percentual das folhas na composição da serapilheira são bastante próximos das previsões teóricas, e dados estimados relatados na literatura.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação química, resíduos de celulose, cinza de biomassa de caldeiras, ciclagem de nutrientes.

LITTER AND NUTRIENT DEPOSITION IN *Eucalyptus grandis* PLANTATIONS UNDER DIFFERENT FERTILIZATION REGIMES.

ABSTRACT

Litterfall production and nutrient return for N, P, K, Ca and Mg were evaluated over a period of three years in *Eucalyptus grandis* plantations, managed through different regimes of fertilization, and located in the "cerrado" region of the State of São Paulo. The following conclusions could be drawn: i.) greater litterfall quantities are related to better growth and nutritional conditions of the stands. ii.) treatments that in addition to chemical fertilizers received ash from wood biomass and wastes from pulp and paper processing deposited 15% more litter fall, corresponding to 2 Mg.ha⁻¹ year⁻¹. iii.) The total quantity of litterfall deposited annually corresponds to 24.6 % of the total aboveground net primary production in the same period. iv.) Leaves are predominant in the litter composition (91% in the third and 66% in the fourth year of age). v.) Nutrient deposition was enhanced by the treatments with ash and wastes from pulp and paper processing. The relative increase in nutrient deposition was higher than the increase in litterfall deposition. The only exception was for nitrogen. vi.) The deposition of P, K, Ca and Mg, in the treatments with ash and wastes from pulp and paper processing, was 46.5, 45.2, 80.8 and 33.9% higher than in the treatment with chemical fertilizers only.

KEY WORDS: Chemical fertilizers, wastes of pulp from paper processing, ash from wood biomass, nutrient cycling.

1. INTRODUÇÃO

A deposição de serapilheira é um processo pelo qual as árvores realizam parte da ciclagem biológica de nutrientes nos povoamentos florestais. Existe uma relação direta entre as quantidades de serapilheira depositada e a produtividade dos povoamentos florestais. Havendo também uma tendência de maior velocidade de decomposição dessa serapilheira quando em sítios de maior produtividade (Reissmann & Wisniewski, 2000; Ferreira et al., 1995)). Através da deposição de material orgânico e da sua decomposição, quantidades relativamente elevadas de nutrientes são disponibilizados para o novo crescimento anual das árvores. Em muitos casos, quase a totalidade de nutrientes necessários para o crescimento anual das árvores são obtidos dessa forma. O material orgânico depositado, e reciclado pela decomposição da matéria orgânica, estão contidos percentuais elevados do estoque de nutrientes da parte aérea dos povoamentos florestais (Gonçalves et al., 2000, Parrotta, 1999).

A forma pela qual as árvores efetuam a ciclagem de nutrientes, pela serapilheira, é um indicativo da estratégia de adaptação das diferentes espécies às limitações nutricionais dos diferentes sítios. Para avaliar a sustentabilidade da produtividade dos povoamentos florestais, há necessidade de quantificar o fluxo de nutrientes neste, e em outros processos, envolvidos na ciclagem de nutrientes, comparando-o com a retirada promovida pelas explorações florestais e suas consequências sobre as reservas de nutrientes dos ecossistemas florestais. A tendência atual de explorações intensivas, com retirada de praticamente toda a biomassa produzida nos povoamentos florestais, são motivo de preocupação devido à intensa extração de nutrientes que esses procedimentos acarretam.

Diversos autores estudaram a deposição de material orgânico em ecossistemas florestais, em regiões ou com espécies similares à deste trabalho, podendo ser destacados: Carpanezzi (1980) que relata dados em floresta natural e povoamento de *Eucalyptus sp*, Parrotta (1999) em plantios de *Eucalyptus robusta*, Leite et al. (1998) e Gonçalves et al. (2000) em plantios de *E. grandis*, Morellato (1992) em florestas naturais na região de Jundiá, Martins (2000) em povoamentos de *Grevillea robusta* em região do arenito caiuá no noroeste do Paraná, Lima (1987) em extensa revisão com destaque em espécies de *Eucalyptus*.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados de observações de deposição de material orgânico em plantios de *Eucalyptus grandis*, e discutir os efeitos de diversos regimes de adubação sobre a quantidade de biomassa e nutrientes presentes nesse material orgânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se a um experimento de adubação, onde testou-se o uso de resíduos e de cinza da biomassa florestal provenientes da produção de celulose e papel. O experimento foi implantado em área

localizada no Estado de São Paulo, Município de Mogi-Guaçu, Horto N. Sra. Aparecida, pertencente anteriormente à Champion Papel e Celulose S.A e hoje à International Paper.

As coordenadas geográficas da localização da área experimental são as seguintes: 22°07' longitude oeste e 47°03' de latitude sul, altitude 640 m. O solo da área experimental foi classificado como: Latossolo Vermelho Amarelo, Distrófico, com baixa capacidade de retenção de cátions, ácido, com alto teor de areia e de alumínio e baixos teores de P, K, Ca e matéria orgânica (Ferreira 1989).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, 64 plantas por parcela, sendo 36 úteis (mensuráveis) e bordadura simples. Espaçamento de 3m entre linhas e de 1,5 m entre plantas.

Os resíduos do fabrico de celulose e papel permaneceram armazenados por um período de três anos sofrendo processo de degradação natural sem qualquer intervenção ou adição de estimuladores de decomposição. A cinza aplicada constituiu-se de uma mistura, em partes iguais, de moínha de carvão e cinza mineralizada, resultante da requeima da moínha. A cinza e os resíduos foram aplicados em cobertura e incorporados ao solo por meio de uma enxada rotativa. Maiores detalhes destes rejeitos, bem como sua análise físico-química são apresentados por Moro (1994) e Guerrini & Moro (1994).

Para os objetivos deste trabalho foram selecionados quatro tratamentos entre os sete que compunham o delineamento original. Os tratamentos selecionados foram os seguintes:

1. 250 kg/ha N:P:K 10:20:10 no plantio e 150 kg/ha N:P:K 10:20:10 com um ano de idade.
2. 250 kg/ha N:P:K 10:20:10 e mais 10 Mg/ha de cinza e 10 Mg/ha de resíduo no plantio.
3. 250 kg/ha N:P:K 10:20:10 no plantio e mais 10 Mg/ha de cinza e 10 Mg/ha de resíduo com um ano de idade.
4. 250 kg/ha N:P:K 10:20:10 no plantio e mais 10 Mg/ha de cinza e 10 Mg/ha de resíduo com um ano e dois anos de idade.

A avaliação da deposição de serapilheira de folhas foi efetuada através da instalação de caixas coletoras com área de 0,25 m² e para a coleta de ramos foram utilizados coletores demarcados sobre a superfície do solo com área de 1 m². Os coletores foram instalados em todas as quatro repetições de cada tratamento. As coletas da serapilheira de folhas e ramos abrangem dois anos. As amostras foram coletadas respeitando-se intervalos de três meses, sendo a primeira coleta executada em outubro, quando o povoamento estava com 21 meses de idade. As amostras foram secas em estufa até peso constante, moídas em moinho tipo Wiley e peneiradas. As análises de K, Ca, e Mg foram efetuadas no espectrofotômetro de absorção atômica, o P pelo método Micro Kjeldahl conforme procedimentos descritos por Sarruge & Haag (1974).

3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados serão apresentados e discutidos separadamente ou seja em primeiro lugar será discutida a deposição de biomassa e a seguir a de nutrientes presentes nessa biomassa. Neste trabalho serão discutidos apenas os macronutrientes: N, P, K, Ca e Mg.

Deposição de biomassa

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram variação da deposição de serapilheira entre tratamentos, para diferentes idades separadamente para folhas e ramos. As maiores deposições de folhas foram observadas a partir do terceiro ano de idade do povoamento. A deposição de ramos, por outro lado, inicia-se no final do terceiro ano.

Não foi possível estabelecer-se um padrão de deposição de serapilheira em função das diferentes épocas do ano. Poder-se-ia esperar tendência clara de maior deposição de serapilheira no final da estação seca, como obtido por Morellato (1992) para dois tipos de florestas, floresta altitudinal e semidecídua, no sudeste do Brasil, na Serra do Japi em Jundiá, São Paulo. Entretanto, as coletas efetuadas em outubro, no quarto ano de idade do experimento apresentaram os valores mais elevados, correspondendo à deposição acumulada em julho, agosto e setembro.

As folhas predominam na serapilheira e representam, em peso, 92% do material depositado no terceiro ano e 66% no quarto ano. O percentual observado no quarto ano é muito próximo dos valores esperados (64%) de acordo com Bray & Gorham (1964) e 70% por Meentmeyer (1982) em estimativas para florestas a nível mundial. Para outras florestas na região sudeste do Brasil, foram encontradas as seguintes percentagens para a contribuição das folhas na serapilheira: 70 e 64% respectivamente para floresta altitudinal e semidecídua na Serra do Japi (Morellato, 1992) e 64 e 61,9% para uma floresta natural e um povoamento de eucalipto na região de Lençóis Paulista (Carpanezzi, 1980). Portanto, aparentemente não há muita variação na contribuição percentual das folhas na composição da serapilheira, mesmo para florestas plantadas de eucalipto, quando comparadas às florestas naturais.

TABELA 1. Deposição de serapilheira em função dos diversos tratamentos do ano expressa em kg/ha.

Tratamentos Idade anos	Deposição (kg/ha)				
	1	3	5	6	
Folhas	3	5637(94)	6717(91)	6727(90)	6590(91)
	4	6300(70)	6526(67)	6820(65)	6490(63)
Ramos	3	331(6)	626(9)	708(10)	608(9)
	4	2694(30)	3481(33)	3693(35)	3779(37)
Total	3	6068	7343	7435	7198
	4	8994	9707	10513	10269

() Valores entre parênteses correspondem à contribuição de ramos e folhas no total da serapilheira.

Tratamentos

Trat 1. 250 kg/ha N:P:K 10:20:10 no plantio e 150 kg/ha N:P:K 10:20:10 com um ano de idade.

Trat 2. 250 kg/ha N:P:K 10:20:10 e mais 10 Mg/ha de cinza e 10 Mg/ha de resíduo no plantio.

Trat 3. 250 kg/ha N:P:K 10:20:10 no plantio e mais 10 Mg/ha de cinza e 10 Mg/ha de resíduo com um ano de idade.

Trat 6. 250 kg/ha N:P:K 10:20:10 no plantio e mais 10 Mg/ha de cinza e 10 Mg/ha de resíduo com um ano e dois anos de idade.

Aqueles tratamentos nos quais, além da adubação química, foram aplicados cinza e resíduos, houve tendência de maior deposição de serapilheira. Deve ser salientado que a aplicação de resíduos também acarretou maior crescimento das árvores das parcelas (Ferreira et al., 1995). As diferenças, entre os tratamentos que receberam cinza e resíduos, não foram elevadas entre os tratamentos, observando-se praticamente a mesma deposição em todos os tratamentos com resíduos e cinza. Portanto, não houve influência do retardamento da aplicação dos resíduos e da cinza, e pouca resposta às quantidades mais elevadas aplicadas no tratamento 6. Entretanto, a diferença é elevada quando comparada com o tratamento que recebeu apenas adubação química, alcançando em média 15,4% de acréscimo, correspondendo a aproximadamente 2,5 Mg. ha⁻¹. ano⁻¹ de serapilheira. Portanto, observou-se acréscimo na deposição de serapilheira por

efeito da aplicação de cinza e resíduos, e a postergação da aplicação até ao segundo ano não influenciou o total depositado. Ainda, a aplicação de cinza e resíduos foi mais efetiva que a readubação química executada no primeiro ano de idade.

TABELA 2. Deposição de serapilheira e relação com a produção primária líquida de biomassa da parte aérea das árvores, aos três e quatro anos de idade.

Tratamentos	Idade (anos)	1	2	3	6
		Deposição (Mg/ha)			
Serapilheira(S)	3	6,0	7,3	7,4	7,2
	4	8,9	9,7	10,5	10,2
PPL aérea (PP) (1)	3	35,1	44,2	40,6	48,0
	4	33,9	41,9	38,8	45,4
Relação (S/PP)%	3	17,1	16,5	18,2	15,0
	4	26,2	23,1	27,1	22,0

(1) Refere-se à Produção Primária Líquida, alocada na parte aérea da árvore, correspondendo ao incremento corrente anual somado à produção de serapilheira no mesmo período.

Os totais de serapilheira depositados anualmente, pelo *Eucalyptus grandis* alcançaram valores entre 6 e 10 Mg/ha.ano, neste trabalho. A menor deposição, obtida ao terceiro ano no tratamento somente adubado é inferior às estimativas de Bray & Gorham (1964), entretanto no caso dos tratamentos, que receberam resíduos e cinza, os valores observados foram superiores a essa mesma estimativa. O valor, segundo estes autores, seria de aproximadamente 8 Mg/ha.ano, baseada na correlação entre latitude e deposição de serapilheira. Por outro lado, pelo método de Meentmeyer (1982), apenas a deposição menos elevada, observada no terceiro ano, foi coincidente com a estimativa teórica e seria considerada baixa. Na metodologia proposta por este autor, as estimativas de produção de serapilheira dependeriam de uma interação complexa de variáveis ambientais como a evapotranspiração real e potencial, além da latitude.

Comparativamente a relatos de deposição de serapilheira em outras formações florestais e para plantações de diversas espécies os maiores valores, obtidos para os tratamentos com cinza e resíduos a partir do quarto ano de idade, podem ser considerados elevados. Os valores médios obtidos superam os observados em diversas formações florestais distintas do sudeste do Brasil, ou seja em média 9,0 Mg/ha.ano, intervalo de variação entre 7,0-11,6 Mg/ha.ano (Carpanezi, 1980; Lima, 1987; Morellato, 1992; Martins, 2000).

A maior deposição de serapilheira nos tratamentos com cinza e resíduo, permite concluir que a quantidade de serapilheira depositada depende do melhor

estado nutricional dos povoamentos florestais, avaliado pela maior produção primária líquida nos tratamentos 2, 3 e 6, além de outros fatores já comentados anteriormente. Aparentemente, o total de serapilheira depositada mantém proporcionalidade com a produção primária líquida aérea da floresta. As observações efetuadas neste trabalho permitem estimar que o total de serapilheira depositada anualmente corresponde entre 15 - 27% da produção primária líquida de biomassa aérea (Tabela 2). Estes valores são próximos dos relatados por Parrota (1999) que encontrou, em plantios de *Eucalyptus robusta*, 24,2% para essa mesma relação, em idade superior a três anos.

Deposição de nutrientes pela serapilheira

A deposição de N, P, K, Ca e Mg seguiu tendência semelhante à da serapilheira, ou seja a aplicação de cinza e resíduos de celulose condicionaram maior deposição de nutrientes no solo no período observado. Evidentemente a maior deposição de nutrientes está relacionada com a maior deposição de serapilheira, entretanto os acréscimos nas quantidades de nutrientes, com exceção do N, foram proporcionalmente mais elevadas que o acréscimo observado para a biomassa. A deposição de P, K, Ca e Mg foi 46,5; 45,2; 80,8 e 33,9%, respectivamente mais elevadas que a deposição obtida para o tratamento que recebeu apenas adubo químico. Essas diferenças devem-se às concentrações mais elevadas desses nutrientes na serapilheira dos tratamentos com cinza e resíduo.

TABELA 3. Deposição de nutrientes na serapilheira em função dos diversos tratamentos e idades expressa em kg/ha. ano

Tratamentos	Idade (anos)	N	P	K	Ca	Mg
		Deposição (kg/ha.ano)				
1	3	73,0	2,4	5,0	44,0	5,3
	4	105,3	2,2	13,6	58,4	9,1
2	3	88,0	3,3	8,3	100,2	8,2
	4	118,8	5,4	14,9	92,5	11,4
3	3	108,4	3,2	8,0	84,4	7,4
	4	114,5	5,6	16,6	89,4	11,3
6	3	99,4	3,0	10,9	111,3	8,3
	4	105,4	5,1	19,3	103,1	11,5
<i>E.robusta</i> (1)		-	2,2	14,5	84,9	17,4
<i>E.grandis</i> (2)		-	2,0	13,4	88,4	14,0
<i>E. grandis</i> (3)		-	2,3	20,1	46,7	-

(1) Parrotta (1999)

(2) Leite et al.(1998)

(3) Gonçalves et al. (2000)

Comparando a deposição obtida neste trabalho, com dados registrados por outros autores, conforme a Tabela 3, é possível verificar que a deposição obtida no tratamento 1 é bastante próxima dos valores apresentados na literatura, possivelmente por terem sido implantados com técnicas silviculturais muito similares, principalmente no caso do *E. grandis* relatado por Leite et al. (1998). As variações mais expressivas estão relacionadas ao Ca, entretanto não são raros relatos de grandes diferenças em quantidades de Ca absorvidas e acumuladas por árvores do gênero *Eucalyptus*, em diferentes sítios e sob distintos regimes de adubação, como sumarizado por Ferreira (1989).

Portanto, a deposição de nutrientes via serapilheira, em povoamentos de *Eucalyptus*, dependerá do estado nutricional desses povoamentos, dentre outros fatores, havendo clara tendência de em condições de maior disponibilidade ocorrer maior deposição de nutrientes, especialmente para Ca, P e K.

4. CONCLUSÕES

Não foi possível estabelecer-se um padrão de deposição de serapilheira em função das diferentes épocas do ano. Poder-se-ia esperar tendência clara de maior deposição de serapilheira no final da estação seca, o que não foi possível observar neste trabalho. Entretanto, as coletas efetuadas em outubro, no quarto ano de idade do experimento apresentaram os valores mais elevados, correspondendo à deposição acumulada em julho, agosto e setembro, ou seja final da estação seca.

As folhas predominaram na serapilheira e representam, em peso, 92% do material depositado no terceiro ano e 66% no quarto ano. Os valores observados são próximos dos valores teóricos esperados e de estimativas obtidas em diversas tipologias florestais do sudeste do Brasil.

Comparativamente a relatos de deposição de serapilheira em outras formações florestais e para plantações de diversas espécies, os maiores valores de deposição obtidos para os tratamentos com cinza e resíduos, a partir do quarto ano de idade, podem ser considerados elevados.

A maior deposição de serapilheira, nos tratamentos com cinza e resíduos, permite concluir que a quantidade de serapilheira depositada depende do estado nutricional dos povoamentos florestais. Os tratamentos com cinza e resíduos depositaram aproximadamente 15% a mais de serapilheira, em peso, que o tratamento que recebeu apenas adubação química.

O total de serapilheira depositada, no quarto ano de idade, correspondeu a 24,6% da produção primária líquida de biomassa aérea, produzida em igual período

A maior deposição de nutrientes está relacionada com a maior deposição de serapilheira produzida, entretanto os acréscimos nas quantidades de nutrientes, com exceção do N, foram proporcionalmente mais elevados que o acréscimo observado para a biomassa. A deposição de P, K, Ca e Mg foi 46,5, 45,2, 80,8 e 33,9%, respectivamente mais elevadas que a deposição obtida para o tratamento com adubo químico apenas.

Os valores obtidos para deposição anual de biomassa de serapilheira, em peso, sua relação com a produção primária líquida da parte aérea e a contribuição percentual das folhas na composição da serapilheira são bastante próximos das previsões teóricas, e estimativas relatadas na literatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAY, J. R.; GORHAM, F. Litter production in forests of the world. *Advances in Ecological Research*, n. 2, p. 101-154, 1964.

CARPANEZZI, A. A. *Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucalipto no interior do Estado de São Paulo*. 1980. 107 f. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. de C. Efecto de la aplicacion de ceniza y residuos de celulosa en la descomposicion y liberacion de nutrientes de la hojarasca en plantaciones de *E. grandis*. In: SIMPOSIO IUFRO PARA CONO SUR SUDAMERICANO; Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales, 1995, Valdivia. *Actas*. Valdivia: Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, 1995. p. 335-339.

FERREIRA, C. A. *Nutritional aspects of the management of Eucalyptus plantations on poor sandy soils of the Brazilian cerrado region*. 193 f. 1989. PhD. Thesis (Doctor of Philosophy) - Green College - Oxford Forestry Institute, Micahaelmas Term.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; ESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M., BENEDETTI, V. (Eds.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 1-58.

GUERRINI, I. A.; MORO, L. Influencia da aplicacao de resíduos industriais de fábrica de celulose e papel em plantios de eucalipto; efeitos no solo e na planta. In: SEMINARIO SOBRE USO DE RESIDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1994, Botucatu. [Anais]. Botucatu: UNESP. Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1994. p. 189-215.

LEITE, F. P.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; FABRES, A. S. Acúmulo e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* sob diferentes densidades populacionais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n. 22, p. 419-426, 1998.

LIMA, W. P. *O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais*. São Paulo: Artpress, 1987. 114 p.

MARTINS, E. G. *Seleção genética e características fisiológicas nutricionais de procedências de Grevillea robusta Cunn. estabelecidas no Estado do Paraná*. 2000. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MEENTMEYER, V. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. *Bioscience* n. 32, p. 125-128, 1982.

MORELLATO, L. P. C. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. Litterfall and litter standing crop. *Journal of Tropical Ecology*, n. 8, p. 205-215, 1992.

MORO, L. Caracterizacao, distribuicao e analise econômica dos resíduos industriais da Champion Papel e Celulose Ltda. In: SEMINARIO SOBRE USO DE RESIDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1994, Botucatu. [Anais]. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1994. p. 155-166.

PARROTTA, J. A. Productivity, nutrient cycling, and succession in single and mixed species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, n. 124, p. 45-77, 1999.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais em plantios de *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-166

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba: ESALQ, 1974. 58 p.