

ESTOQUE DE NUTRIENTES NOS RESÍDUOS DA EXPLORAÇÃO DE BRACATINGAIS

Amilton João Baggio*
Antonio Aparecido Carpanezzi**

RESUMO

Nos talhões do sistema agroflorestal tradicional da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), a exportação de nutrientes ocasionada pela queima periódica dos resíduos da exploração vem empobrecendo os solos. Este estudo foi realizado, complementarmente, a um inventário de biomassa dos resíduos da exploração, em cinco bracatingais. Foram colhidas amostras das frações lenha (acima de 3,0 cm de diâmetro), galhos (abaixo de 3,0 cm de diâmetro) e serapilheira (material restante), para determinação da concentração de nutrientes minerais. Os resultados indicaram as seguintes quantidades totais (kg/ha): N = 493; P = 18; K = 150; Ca = 115; Mg = 68; S = 22; Cu = 0,4; Fe = 41; Mn = 14; Zn = 0,8. A fração lenha continha 13,3% do total; os galhos 31,4%, e a serrapilheira 59,3%. Os valores potenciais dos macronutrientes (exceto N e S) dos resíduos, estimados em equivalentes de fertilizantes, alcançaram R\$ 120,0/ha.

PALAVRAS-CHAVE: *Mimosa scabrella*, exportação de nutrientes, balanço de nutrientes.

NUTRIENT CONTENTS IN RESIDUES OF BRACATINGA

ABSTRACT

In southern Brazil, soils of the bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) traditional agroforestry system have been depleted due to nutrient exportation by burning of the harvesting residues in order to induce natural regeneration from the seed bank available in the ground surface. This study, complement to an inventory of biomass residues, was carried out in five stands of bracatinga. Firewood (larger than 3.0 cm in diameter), branches (lower to 3.0 cm) and litter (the remaining material) were sampled from residues for nutrient analysis. Results showed the following total weights of nutrients (kg/ha): N = 493; P = 18; K = 150; Ca = 115; Mg = 68; S = 22; Cu = 0.4; Fe = 41; Zn = 0.8. Firewood amounted 13.3% of the total; branches, 31.4% and litter 59.3%. Macronutrients value (except for N and for S), present in the residues, was estimated according to the equivalent mineral fertilizer and reached US\$ 120.0/ha.

KEY WORDS: *Mimosa scabrella*, nutrient exportation, nutrient balance.

* Eng. Florestal, Doutor, CREA-PR nº 4194/D, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

** Eng. Florestal, Mestre, CREA-PR nº 27218, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

1. INTRODUÇÃO

A bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) é a espécie florestal mais importante para produção de lenha na Região Metropolitana de Curitiba-PR (RMC). Ela ocupa uma superfície aproximada de 60.000 hectares, distribuídos por cerca de 3.000 propriedades rurais, principalmente pequenas, nas quais é parte integrante dos sistemas de produção e responsável por até 70% dos ingressos (LAURENT et al., 1990).

A bracatinga é cultivada na região, através de um sistema agroflorestal tradicional, onde culturas agrícolas, com práticas de baixo custo, são consorciadas no primeiro semestre da floresta. A exploração para lenha é feita por corte raso, comumente aos sete anos de idade. O início de cada rotação consiste da queima dos resíduos remanescentes da exploração anterior, com o objetivo de limpar o terreno e induzir a regeneração natural da bracatinga, pelo estímulo da germinação das sementes presentes no solo (EMBRAPA, 1988). BAGGIO & CARPANEZZI (1995) estimaram que, em média, os resíduos da exploração (incluindo a serrapilheira) alcançam 41 t/ha de matéria seca, em talhões com sete anos de idade.

A queima de resíduos implica em perda de qualidade dos solos, tanto pelo arraste de nutrientes para a atmosfera como pela interferência nas propriedades física, química e biológica do solo (JORGENSEN & HODGES, 1971; FELLER, 1982; LITTLE & OHMANN, 1988; BABU, 1991; WARD, 1991). WOODS (1980) comprovou, experimentalmente, decréscimo de produtividade em plantações de *Pinus radiata*, na Austrália, devido à ação de queimadas periódicas. No Brasil, POGGIANI et al. (1983a) constataram efeitos negativos da queimada de resíduos em plantação de *Eucalyptus grandis*. Nos bracatingais, as perdas de nutrientes são agravadas pelo número elevado de rotações num mesmo terreno e pelo relevo acidentado, o que intensifica o arraste das cinzas pelas chuvas. A queima de biomassa causa, também, contaminação ambiental, tanto atmosférica como hídrica.

O conhecimento do conteúdo de nutrientes dos resíduos é importante no sentido de determinar seu valor econômico e buscar alternativas para manter os nutrientes no terreno.

Este trabalho objetivou estimar: a) a quantidade de nutrientes retida nos resíduos da exploração dos bracatingais; b) o potencial econômico destes nutrientes, através do seu equivalente em fertilizantes; e c) o estoque de nutrientes na biomassa aérea total dos bracatingais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização e características gerais

O estudo foi desenvolvido nos municípios de Colombo e Bocaiúva do Sul, escolhidos pela alta densidade de bracatingais cultivados, segundo o sistema tradicional. Os municípios são limítrofes, situando-se entre as coordenadas 25°10' e 25°20'S, e 49°00'e 49°10'W, na parte norte da RMC (Figura 1).

Segundo MAACK (1981), a RMC possui clima quente-temperado, do tipo subtropical, desde fresco até frio no inverno, com altitudes superiores a 850 m. A temperatura média anual é de 16,5°C; a do mês mais quente é 20,4°C, a do mês mais frio é 12,7°C. A precipitação pluviométrica média anual é 1.450 mm e a umidade relativa do ar sempre supera 80%.

O relevo da região estudada é fortemente ondulado. Os solos são cambissolos álicos, com diversos graus de fertilidade; são quimicamente pobres, pouco

desenvolvidos, ácidos, com teores elevados de alumínio e saturação de bases baixa.

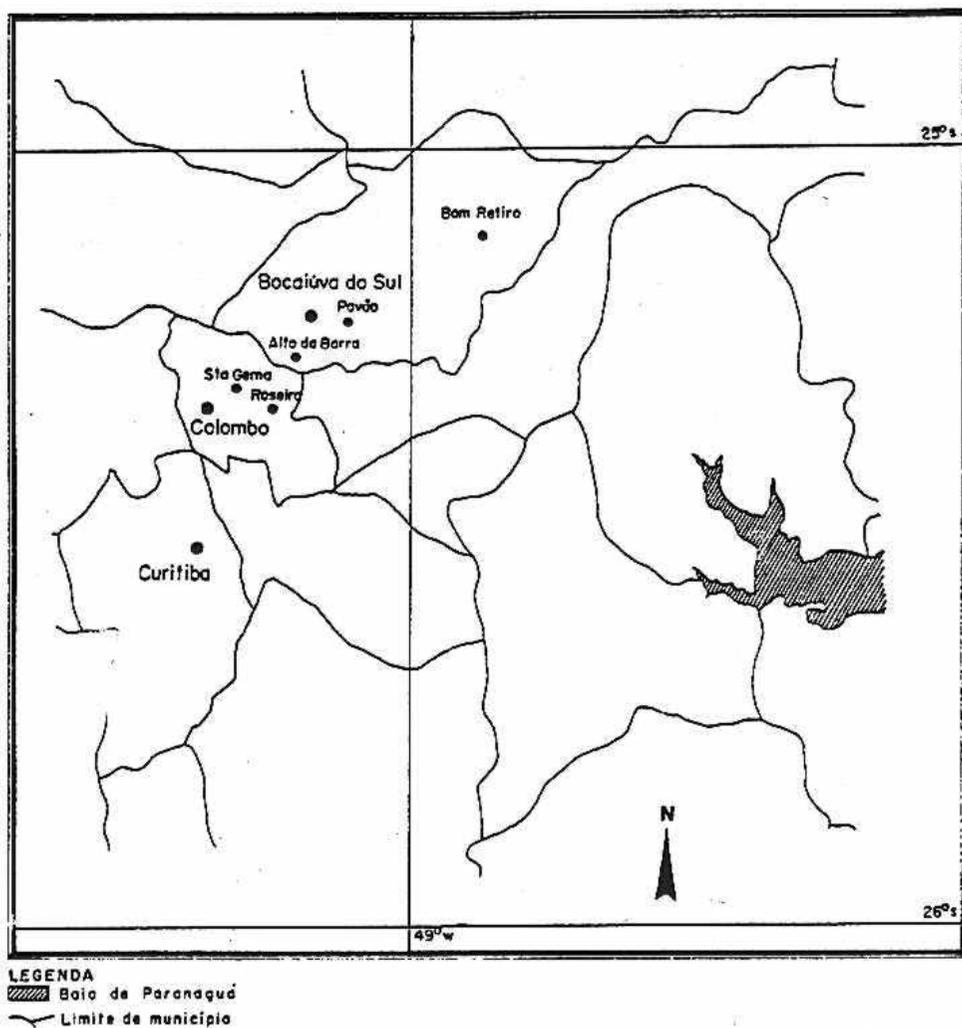


FIGURA 1. Localização dos talhões amostrados na Região Metropolitana de Curitiba. Escala 1:1000000.

2.2. Amostragem

As amostras, para as análises químicas, foram tomadas de resíduos de cinco bracingais nos quais, previamente, inventariou-se a biomassa (BAGGIO & CARPANEZZI, 1995), no qual foram mensuradas dez parcelas (duas em cada talhão, tomadas ao acaso), de 100 m² cada (50 m x 2 m) subdivididas em 10 subparcelas seqüenciais de 10 m² cada (2 m x 5 m). As frações lenha, galhos e serapilheira foram pesadas separadamente, por subparcela.

2.2.1. Fração lenha

A fração lenha foi formada por toda a madeira com diâmetro superior a 3,0 cm na ponta mais fina. Das amostras de cada subparcela tomadas para a determinação do peso seco (amostragem composta, com cerca de 1,0 kg, formadas por pedaços extraídos da parte central de toretes, abrangendo toda a variação diametral), foram extraídos ao acaso três pedaços. Juntaram-se as partes correspondentes a cada parcela (dez subparcelas), compondo duas amostras por bracinga, que foram processadas em um moinho com malha de 9 mesh.

A serragem obtida foi homogeneizada, tornando-se uma amostra menor, de 200 gramas, a qual foi moída em moinho de laboratório, com malha de 45 mesh. Este material, adequado para análise química, foi recolhido em frascos de vidro (amostras de 10 g).

2.2.2. Fração galhos

A fração galhos foi constituída do material lenhoso restante, com diâmetros entre 0,5 cm e 3 cm, e comprimento superior a 10 cm. O procedimento de amostragem e moagem foi semelhante ao descrito para a fração lenha.

2.2.3. Fração serapilheira

Todo o material vegetal que restou na superfície do solo foi incluído na fração serapilheira (ervas rasteiras, lascas da exploração, cascas, serrapilheira propriamente dita etc.), com exceção dos tocos. As vinte subamostras coletadas para as determinações do peso seco (duas por subparcela) foram homogeneizadas, tomando-se, ao acaso, uma amostra composta por parcela, de aproximadamente 1,0 kg. Estas amostras foram trituradas em moinho com malha de 45 mesh, extraindo-se 20 g para as análises químicas.

2.3. Análises químicas

As análises foram realizadas em laboratório do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, da EMBRAPA, utilizando-se os seguintes métodos, conforme SARRUGE & HAAG (1974):

- N: digestão sulfúrica e determinação do N total pelo método micro-Kjeldahl.
- P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: digestão nitroperclórica; P foi determinado por colorimetria; K por fotometria de emissão de chamas; e os demais nutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

2.4. Quantificação e valor econômico

Para cada fração dos resíduos, calculou-se a concentração média de cada nutriente pelos valores dos cinco bracingais, com o objetivo de obter-se um referencial regional. Estas médias foram multiplicadas pelos pesos totais médios de cada fração, também para os cinco sítios: lenha = 9891 kg/ha; galhos = 15136 kg/ha; serrapilheira = 15291 kg/ha (BAGGIO & CARPANEZZI, 1995), para obter-se os pesos dos nutrientes. Os talhões apresentaram densidade média de 2.232 árvores de bracinga por hectare, na idade da exploração (7 anos), e biomassa média das bracingas de 69.941 kg/ha (BAGGIO & CARPANEZZI, 1997a).

A valoração econômica potencial dos nutrientes contidos nos resíduos foi feita

através do seu peso equivalente em fertilizantes comerciais, somente para os macronutrientes.

Os fertilizantes apresentados são comuns no comércio local, com preços e controle de qualidade bem definidos (Tabela 1). As concentrações dos nutrientes nas formulações foram fornecidas pelos fabricantes, elementos que se repetem nas fórmulas apresentadas foram devidamente subtraídos dos totais.

TABELA 1. Características dos fertilizantes utilizados no cálculo de equivalência, com respectivas concentrações e preços dos nutrientes.

Nutriente	Fertilizante	% do nutriente	Preço do* adubo(R\$/ka)	Preço do nutriente (R\$/ka)
N	uréia	45,0	0,37	0,822
P	superfosfato simples	18,0 (P ₂ O ₅)	0,22	1,222
K	cloreto de potássio	60,0 (K ₂ O)	0,27	0,450
Ca	calcário dolomítico	29,0 (CaO)	0,04	0,140
Mg	calcário dolomítico	19,0 (MgO)	0,04	0,210
S	sulfato de magnésio	13,0	0,28	2,150

* Preço de mercado em R\$/kg de fertilizante, em 30/10/96.

Há muitas indústrias produtoras de calcário dolomítico na RMC, próximas dos bracingais. O baixo preço deste produto recomenda o seu uso para a reposição dos nutrientes Ca e Mg, em lugar de outras opções de mercado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Conteúdo de nutrientes por fração

Para cada fração, houve pequenas diferenças dos teores de nutrientes entre os sítios, atribuídas às variações de qualidade dos sítios e da composição florística. A Tabela 2 apresenta os resultados médios das concentrações dos nutrientes, e respectivos pesos médios estimados por hectare, para cada fração da biomassa residual.

Os componentes dos resíduos incluíram materiais da bracinga, das plantas do sub-bosque e também o "litter" acumulado, o qual influenciou nas concentrações, especialmente nos componentes galhos e serrapilheira. A concentração média dos nutrientes por componente obedeceu à mesma ordem normalmente encontrada para espécies arbóreas (serrapilheira > galhos > lenha), na literatura especializada (CARDENAS, 1987; POGGIANI et al., 1983b; SINGH, 1982).

TABELA 2. Quantidade estimada dos nutrientes (kg/ha) e suas respectivas concentrações na matéria seca, por componente da biomassa residual.*

Elementos	Lenha	Galhos	Serrapilheira	Tota
N	56,45 (0,576)	145,00 (0,958)	291,67 (1,832)	493,12
P	1,57 (0,016)	3,33 (0,022)	13,37 (0,084)	18,27
K	30,19 (0,308)	55,70 (0,368)	64,32 (0,404)	150,21
Ca	20,58 (0,210)	41,57 (0,274)	53,49 (0,336)	115,54
Mg	10,19 (0,104)	24,22 (0,160)	33,75 (0,212)	68,16
S	2,06 (0,021)	14,65 (0,035)	5,29 (0,092)	22,00
Cu	0,04 (4,4)	0,14 (9,2)	0,20 (12,8)	0,38
Fe	0,97 (99,6)	1,59 (105,0)	38,61 (2425)	41,17
Mn	1,21 (123,6)	2,60 (172,0)	9,86 (619,4)	13,67
Zn	0,07 (7,4)	0,23 (15,0)	0,47 (29,8)	0,77
Totais	123,33	288,93	511,03	923,29

* Os valores entre parênteses referem-se às concentrações médias dos nutrientes (% para os macronutrientes e ppm para os micronutrientes Cu, Fe, Mn, Zn).

A serrapilheira acumulou 55,3% do conteúdo do peso dos nutrientes dos resíduos. Além da importância quantitativa, sua reincorporação ao solo do bracingal é muito mais viável do que das demais frações. Os galhos contiveram 31,3% dos nutrientes, também merecendo estudos sobre alternativas à queima dos resíduos que permitam reter este componente nos bracingais.

Os componentes serrapilheira e galhos são os mais consumidos pela queima dos resíduos, e concentram quase a totalidade dos elementos N, P e S (88,5%, 91,4% e 90,6%, respectivamente) dos resíduos dos bracingais. Estes elementos são os mais exportados pela queima de biomassa, sendo que somente o nitrogênio pode ser repostado pela natureza, em prazo curto (RAISON, 1980). K, Ca e Mg, exportados pelas queimadas agregados às partículas emitidas à atmosfera (FELLER, 1989), são também abundantes na serrapilheira.

A lenha residual, com menor quantidade de nutrientes (13,3%), pode ser aproveitada economicamente, devido ao seu valor comercial.

A ordem decrescente de concentrações (Tabela 2) para os nutrientes analisados foi N > K > Ca > Mg > Fe > S > P > Mn > Zn > Cu, coincidindo com os resultados encontrados por POGGIANI et al., 1983b; MAGHEMBE et al., 1983; CARDENAS, 1987; e NAIR, 1984. As exceções observadas para Fe e Mn, na fração serrapilheira, surpreendentemente altas em todas as amostras, podem ser explicadas pela presença do litter semi-decomposto, o qual se encontra em contato

direto com o solo.

3.2. Estimativa da quantidade de fertilizante equivalente

A Tabela 3 apresenta as quantidades de macronutrientes, em seus equivalentes como fertilizantes e, respectivas valorações por hectare. Os valores foram calculados individualmente, para cada nutriente, evitando-se qualquer duplicação dos elementos.

Para uma valoração coerente com a realidade, é conveniente omitir dos cálculos os elementos nitrogênio e enxofre, presumindo que sejam aportados em quantia suficiente pela natureza (fixação simbiótica e chuvas, respectivamente). Ademais, o enxofre está incluído no superfosfato simples (Tabela 1). Para os cálculos de Ca e Mg, que ocorrem juntos no calcário dolomítico, foi considerado apenas o maior peso do produto necessário para cobrir um desses nutrientes, em cada fração da biomassa. A quantidade de cálcio contida no superfosfato simples também foi descontada, evitando sua duplicidade. Assim, os valores estimados (em R\$/ha) para o conjunto de P, K, Ca e Mg foram: lenha = 20,5; galhos = 40,1; serrapilheira = 59,8; biomassa total = 120,0. O valor potencial da biomassa total, projetado para toda a RMC, alcança cerca de R\$ 800 mil/ano (exploração de 6.700 ha/ano), e perde-se em parte na queima dos resíduos (emissão para a atmosfera e erosão devida a chuvas e ventos).

TABELA 3. Estimativa da quantidade de fertilizante equivalente para cada macronutriente, por fração residual (kg/ha) e seu valor econômico potencial (R\$/ha), entre parênteses).

Elementos	Lenha	Galhos	Serrapilheira	Total
N	125,5 (46,4)	322,2 (119,2)	648,1 (239,7)	1.095,8 (405,3)
P	8,7 (1,9)	18,5 (4,1)	74,3 (16,3)	101,5 (22,3)
K	50,3 (13,6)	92,8 (25,1)	107,2 (28,9)	250,3 (67,6)
Ca	99,3 (2,9)	200,3 (5,8)	258,2 (7,5)	557,8 (16,2)
Mg	91,0 (2,1)	216,3 (5,1)	301,0 (7,1)	608,3 (14,3)
S	15,4 (4,4)	40,7 (31,5)	112,7 (11,4)	169,2 (47,3)

3.3. Estoque de nutrientes na biomassa aérea dos bracatingais.

A Tabela 4 apresenta uma estimativa da quantidade de nutrientes, para toda a biomassa aérea do sistema agroflorestal da bracatinga (com exceção das culturas agrícolas associadas no primeiro ano).

TABELA 4. Estoque de nutrientes nos bracatingais, na idade de corte (BAGGIO & CARPANEZZI, 1997b).

Fração da biomassa	Nutrientes (kg/ha)									
	(N,	P,	K,	Ca,	Mg	S,	Cu,	Fe,	Mn,	Zn)
a. Árvores de bracatinga (b + c)	988,40									
b. Lenha de bracatinga (exportada do sítio)	705,20									
c - Resíduos da bracatinga (galhos + biomassa verde)	283,20									
d. Outros resíduos (sub-bosque abatido e litter acumulado)	640,09									
e. Total nos resíduos (c + d)	923,29									
f. Total do sistema (a + d)	1.628,49									

Assumindo que a lenha da bracatinga seja retirada integralmente do sítio (considerando que sua parte nos resíduos é compensada pelo aproveitamento de lenha do sub-bosque), ela exporta 43% dos nutrientes da biomassa aérea total. O montante acumulado nos resíduos supõe, também, exportações importantes pelas queimadas. As culturas agrícolas do início de cada rotação, principalmente milho e feijão, constituem exportações adicionais.

Plantações de eucaliptos de crescimento rápido, como *E. grandis*, apresentam biomassa aérea total e de nutrientes nela contida maiores que as da bracatinga (SCHUMACHER, 1992, p. 55). No entanto, as práticas de cultivo mínimo nos eucaliptais, com retirada apenas dos troncos, tornam as exportações totais de nutrientes inferiores ou similares às dos bracatingais.

A exportação dos nutrientes, através de sucessivas rotações, e a ausência de adubações de reposição, vêm empobrecendo os sítios produtores de lenha de bracatinga. São necessários estudos sobre alternativas, que sejam viáveis financeiramente, para melhorar o balanço de nutrientes do sistema.

4. CONCLUSÕES

- As frações serrapilheira e galhos merecem atenção especial quanto à sua reincorporação aos solos dos bracatingais.
- O valor potencial dos nutrientes, contidos nos resíduos e exportados devido à queima, implicam em custos que devem ser considerados nas estimativas de rentabilidade dos sistema tradicional da bracatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BABU, S.; RAJASKARAM, B. Agroforestry attitude towards risk and nutrient availability: a case study of South Indian farming system. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.15, n.1, p.47-60, 1991.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. Quantificação dos resíduos florestais em bracatingais tradicionais na região Metropolitana de Curitiba, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.30/31, p.51-66, 1995.

- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. Biomassa aérea da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em talhões do sistema tradicional de cultivo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.33, 1997a. (no prelo).
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. Exportação de nutrientes na exploração da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.33, 1997b. (no prelo)
- CARDENAS, C. **Exportação de nutrientes e produtividade em povoamentos de eucaliptos no litoral norte do Espírito Santo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 98p. Tese Mestrado.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Colombo, PR). **Manual Técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. Colombo, 1988. 70p. (EMBRAPA/CNPF. Documentos, 20).
- FELLER, M.C. Estimation of nutrient loss to the atmosphere from slashburns in British Columbia. In: CONFERENCE ON FIRE AND FOREST METEOROLOGY, 10., 1989, Ottawa. **Proceedings**. Chalk River: Forestry Canada. Petawawa National Forestry Institute, 1989. P.126-135.
- FELLER, M.C. **The ecological effects os slash burning with particular reference to British Columbia: a literature review**. Vancouver: Ministry of Forests. British Columbia, 1982. 12p. (Land Management Report, 13).
- JORGENSEN, J.R.; HODGES JUNIOR, C.S. Effects of prescribed burning on the microbial characteristics of soil. In: PRESCRIBED BURNING SYMPOSIUM, 1971, Charleston. **Proceedings**, Asheville: Southeastern Forest Experiment Station, 1971. 160p.
- LAURENT, J.M.E. **Sistema agroflorestal da bracatinga na região metropolitana de Curitiba: contexto sócio-econômico**. Curitiba: FAO - Projeto GOP/BRA/025/FRA. 1990. 50p. (Série Estudos Florestais n°3).
- LITTLE, S.N.; OHMANN, J.I. Estimation of nitrogen loss from forest floor during prescribed fires in Douglas-fir/western hemlock clearcuts. **Forest Science**, Bethesda, v.34, n.1, p.152-164, 1988.
- MAACK, R. **Geografia física do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981. 450p.
- AGHEMBE, J.A.; KARIUKI, E.M.; HALLER, R.D. Biomass and nutrient accumulation in young *Prosopis juliflora* at Mombasa, Kenya. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.1, n.4, p.313-321, 1983.
- NAIR, P. K. R. **Soil productivity aspects of agroforestry**. Nairobi: ICRAF, 1984. 85p.
- POGGIANI, F.; RESENDE, G.C.; SUITER FILHO, W. Efeito do fogo na brotação e crescimento de *Eucalyptus grandis* corte raso e alterações nas propriedades do solo. **IPEF**, Piracicaba, n.24, p.33-43,1983a.
- POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z.; CORRADINI, L.; FAZZIO, E.C.M. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração de troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba, n.25, p.37-79.
- RAISON, R.J. Possible forest site deterioration associated with slash burning. **Search**, Carlton, v.11, n.3, p.68-72, 1980.

- SARRUGE, R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- SINGH, B. Nutrient content of standing crop and biological cycling in *Pinus patula* ecosystem. **Forest Ecology and Management**, Washington, v.4, n.4, p.317-332. 1982.
- SCUMACHER, M.W. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus torelliana***. Piracicaba: ESALQ, 1992. 87p. Tese Mestrado.
- WARD, D.E. Factors influencing the emissions of gases and particulate matter from biomass burning. In: GOLDAMER, J.G., ed. **Fire on the tropical biota ecosystems: processes and global challenges**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. p.419-435.
- WOODS, R.V. **An investigation into relationship between fire and nutrient depletion leading to decline in productivity between rotations of *Pinus radiata*** plantations on South Australia. Forest Woods Department. 1980. 37p.