

BIOMASSA AÉREA DA BRACATINGA (*Mimosa scabrella* Benth.) EM TALHÕES DO SISTEMA DE CULTIVO TRADICIONAL

Amilton João Baggio*
Antonio Aparecido Carpanezi**

RESUMO

A produtividade dos bracatingais tradicionais na Região Metropolitana de Curitiba, PR é dependente das condições edafo-climáticas, das práticas silviculturais realizadas ao longo da rotação e da história do uso da terra. Este trabalho apresenta resultados de inventários realizados em cinco talhões na idade de corte (sete anos), nos municípios de Colombo e Bocaiúva do Sul, PR. Estudou-se a biomassa aérea segundo os seguintes componentes: lenha, galhos, biomassa verde (folhas e ramos finos) e biomassa total, e a estratificação das árvores nos talhões. Os resultados indicaram que a lenha abrange 85,4% da biomassa aérea, contra 9,2% de galhos e 5,4% da biomassa verde. Por outro lado, 36,5% das árvores apresentaram diâmetros inferiores a 7,0 cm e apenas 4,1% são superiores a 15,0 cm. A biomassa média estimada para a região (peso seco, kg/ha) foi: lenha = 59.984; galhos = 6.388; biomassa verde = 3.529, sem inclusão das espécies do sub-bosque. Os bracatingais tradicionais caracterizam-se por produtividade baixa, comparativamente a outros sistemas de cultivo da espécie, e por concentração de árvores nas classes diamétricas menores.

PALAVRAS-CHAVE: distribuição diamétrica, copa, lenha.

ABOVEGROUND BIOMASS OF BRACATINGA (*Mimosa scabrella* Benth.) IN STANDS OF THE TRADITIONAL CULTIVATION SYSTEM

ABSTRACT

The productivity of the traditional agroforestry system with bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) in the Curitiba Metropolitan Region is dependent on environmental conditions, silvicultural practices and land use history. This paper presents results of an inventory of aboveground biomass carried out in five stands with seven years in the municipalities of Colombo and Bocaiúva do Sul, state of Paraná, southern Brazil. Estimates included weight of firewood, branches, green biomass (leaves and small branches) and total biomass, and stratification of the trees in the stands. Firewood amounted to 85.4% of the total aboveground biomass, branches 9.2% and green biomass 5.4%. On the other hand, 36.5% of the trees had diameters (dbh) smaller than 7.0 cm and only 4.1% had more than 15.0 cm. Estimates for the mean biomass for the region (kg/ha of dry matter) were: firewood = 59,984; branches = 6,388; green biomass = 3,529, without the understory species. Stands of the traditional Brazilian

* Eng. Florestal, Doutor, CREA-PR n° 4194/D, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

** Eng. Florestal, Mestre, CREA-PR n° 27218, Pesquisador da *Embrapa* - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

system are characterized by low rate of growth (comparatively to the performance of bracatinga under other cultivation systems abroad) and a high number of small diameter trees.

KEY WORDS: diameter distribution, crown, firewood, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

O sistema agroflorestal tradicional de cultivo da bracatinga é o mais antigo do Brasil, em termos de produção racional de lenha, anterior mesmo à eucaliptocultura (BAGGIO et al., 1986). Entretanto, sua produtividade não é suficientemente conhecida na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), onde esses reflorestamentos estão concentrados.

Variações de solo e de clima, história de uso da terra e práticas de manejo dos talhões são alguns dos fatores que influenciam a produtividade dos bracatingais, causando discrepância entre os resultados dos poucos estudos realizados. Assim, o levantamento de dados novos é importante para elaborar previsões confiáveis sobre a oferta de lenha na RMC, onde a bracatinga contribui com importantes entradas energéticas.

O conhecimento detalhado da biomassa aérea é fundamental para o estudo da ciclagem de nutrientes nos bracatingais. O sistema agroflorestal tradicional de cultivo tem características de exportações significativas de nutrientes, não compensadas por adubações e agravadas pelo número elevado de rotações num mesmo terreno (EMBRAPA, 1988; LAURENT et al., 1990a). Há sinais evidentes de decréscimos de produtividade ao longo de sucessivas rotações, ameaçando a sustentabilidade do sistema nas propriedades rurais, o que ocasionaria efeitos econômicos e sociais desastrosos (CARPANEZZI, 1994).

Inventários de biomassa ou de volume são subsídios importantes, também, para orientar a realização de desbastes. A partir da segunda rotação, os bracatingais são formados pela regeneração via sementes no solo, com densidade inicial muito alta, que decresce com a idade, por mortalidade natural. A determinação da época e da intensidade do raleamento é considerada uma prioridade para aprimorar o cultivo da espécie no sistema tradicional (CARPANEZZI & CARPANEZZI, 1992).

Neste trabalho, são apresentados resultados de inventários em cinco bracatingais do sistema tradicional, na idade usual de exploração (sete anos), situados na parte norte da RMC. No estudo estão contempladas densidades populacionais, distribuição por classes diamétricas, proporções entre os componentes da biomassa aérea e estimativas de produtividade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização e características gerais

A pesquisa foi realizada nos municípios de Colombo e Bocaiúva do Sul, entre as coordenadas geográficas 25°10'S a 25°20'S e 49°00'W a 49°10'W (Figura 1). Estes municípios situam-se na parte norte da RMC, de clima quente-temperado, subtropical, desde fresco até frio no inverno, com altitudes próximas a 900 m. A temperatura média anual é 16,5°C; a do mês mais frio 12,7°C; a do mês mais quente 20,4°C. A precipitação média anual é 1450 mm, não ocorrendo déficit hídrico.

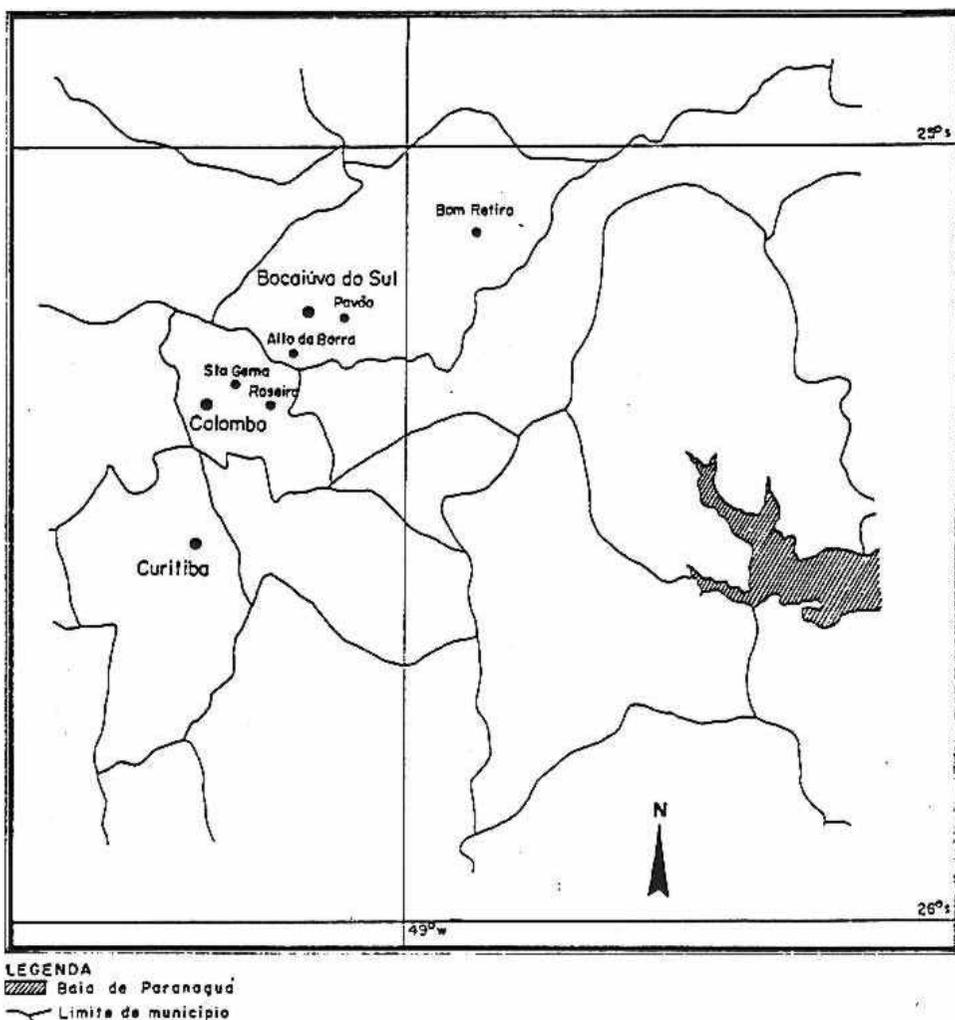


FIGURA 1. Localização dos talhões amostrados n Região Metropolitana de Curitiba. Escala 1:1000000.

O relevo na região é ondulado a fortemente ondulado. Os cambissolos predominam com diversos graus de fertilidade e de profundidade; são solos pobres, ácidos, pouco desenvolvidos, com teores elevados de alumínio e com baixa saturação de bases.

2.2. Estimativas da biomassa

Foram inventariados cinco bracatingais, um em cada local (Figura 1), todos em idade de exploração (sete anos), nos quais implantaram-se cinco parcelas de 300 m² (10,0 m x 30,0 m) em cada um (25 parcelas no total).

Em cada parcela mediu-se o DAP (diâmetro tomado à 1,30 m de altura) de todas as bracatingas com DAP superior a 3,0 cm. O objetivo do inventário foi determinar as densidades populacionais, por classes diamétricas de 2 cm de intervalo e, estimar as biomassas a partir desta variável.

A biomassa de cada árvore foi estimada em peso seco, para três componentes: lenha (caules e ramos > 3,0 cm, que é o diâmetro mínimo comercial), galhos (peças lenhosas entre 3,0 cm e 0,5 cm) e biomassa verde (folhas e ramos mais finos que 0,5 cm), e biomassa total. Foram utilizadas as seguintes equações de peso, documentadas em outro estudo (BAGGIO et al., 1995), com amostras dos mesmos bracingais:

- lenha: $PS = 0,18667 \times DAP^{2,236}$
- galhos: $PS = 0,02075 \times DAP^{2,2185}$
- biomassa verde: $PS = 0,00606237 \times DAP^{2,486248}$
- biomassa total: $PS = 0,210102 \times DAP^{2,249997}$

onde:

PS = peso seco individual, em kg

DAP = diâmetro a 1,30 m de altura, em cm.

Os valores foram projetados para hectare, determinando-se estimativas por local e para a região.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Distribuição diamétrica

A Tabela 1 apresenta a distribuição do número médio de árvores por classe diamétrica, para cada local.

Embora exista tendência, nos bracingais, de concentração das árvores nas classes diamétricas inferiores, a distribuição é influenciada pelo manejo realizado em cada bracingal, além dos fatores ambientais.

Observa-se, pela Tabela 1, que 36,5% dos indivíduos, em média, não ultrapassam 7,0 cm de DAP, corroborando recomendações de desbastes nos primeiros meses de idade (GRAÇA et al., 1986; EMBRAPA, 1988; CARPANEZZI & CARPANEZZI, 1992). Nesse sentido, cabe ressaltar o caso de Santa Gema, que sofreu retirada de bracingas para uso como estacas em horticultura, entre 1 e 2 anos de idade, resultando em menor percentual nas classes inferiores (23% até 7,0 cm) e maior número de árvores nas classes superiores. O povoamento localizado em Pavão sofreu retirada de escoras para construção civil, entre 5 e 6 anos de idade, reduzindo o número de indivíduos nas classes intermediárias. Segundo LAURENT & MENDONÇA (1989), o comércio de escoras inclui diâmetros de 6,0 cm a 12,0 cm.

TABELA 1. Densidade populacional estimada para os bractingais inventariados, por classe diamétrica (em número de árvores/hectare e em porcentagem sobre o total).

Classes de DAP (cm)	Locais											
	Roseira		Sta. Gema		A. Barra		B. Retiro		Pavão		Média	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
3.0 - 5.0	400	16.7	117	7.5	675	23.5	400	15.7	407	22.8	400	17.9
5.1 - 7.0	675	28.2	242	15.5	400	14.0	500	19.6	260	14.5	415	18.6
7.1 - 9.0	583	24.4	225	14.4	817	28.5	560	21.9	380	21.3	513	23.0
9.1 - 11.0	425	17.8	367	23.6	467	16.3	527	20.6	280	15.7	413	18.5
11.1 - 13.0	175	7.3	333	21.4	283	9.9	287	11.2	240	13.4	264	11.8
13.1 - 5.0	67	2.8	150	9.6	150	5.2	207	8.1	120	6.7	139	6.2
15.1 - 17.0	50	2.1	108	6.9	50	1.7	73	2.9	87	4.9	74	3.3
> 17,0	17	0.7	17	1.1	25	0.9	00	0.0	13	0.7	14	0.7
Total	2392	100	1559	100	2867	100	2554	100	178	100	2232	100

A retirada de estacas para horticultura, entre o primeiro e o segundo ano de idade, possibilita menor competição, intensificando o crescimento das árvores remanescentes. Desbastes tardios, como aos 5 anos para retirar escoras, apenas modificam a distribuição das árvores por classes de diâmetro. O crescimento é pouco afetado, pelo período curto que resta até a exploração final; ademais, como informam MUSALEM (1995) e DOMINGUEZ ALVAREZ (1996), os incrementos da bracatinga nesta faixa etária são baixos.

Os locais com maior densidade (Roseira, Alto da Barra e Bom Retiro), sem intervenções ao longo da rotação, apresentaram maiores concentrações nas classes inferiores, com reflexo na produção média por árvore (Tabela 2). Dentre os talhões estudados, Santa Gema é o mais próximo do desejável quanto à distribuição diamétrica no momento da exploração, além de haver fornecido estacas para uso na propriedade, anteriormente.

3.2. Biomassa aérea

As médias estimadas para a biomassa aérea das árvores são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Biomassa média estimada por local, para cada fração vegetal (kg/ha de matéria seca).

Fração da Biomassa		Locais					Média
		Roseira	S. Gema	A. Barra	B. Retiro	Pavão	
lenha	x	53523	57548	69433	69437	50179	60024
	s	6031	2170	4969	3627	3182	7317
galhos	x	5688	6113	7404	7394	5340	6388
	s	1100	815	954	779	522	962
biomassa verde	x	3074	3468	4046	4077	2979	3529
	s	599	592	626	730	570	519
total	x	62285	67129	80883	80908	58498	69941
	s	4242	3330	5385	4646	2832	10494
kg/árvore		25.95	43.05	28.21	31.68	32.74	32,32

x = média

s = desvio padrão

É difícil explicar as diferenças de produção de biomassa entre os sítios, pois estão envolvidas condicionantes desconhecidas, como: exigências nutricionais da bracatinga, uso anterior da terra, tratos culturais no início da rotação e intensidade dos desbastes. No entanto, é possível discutir alguns pontos, tomando como base os resultados deste trabalho.

As biomassas totais maiores, verificadas nos locais Bom Retiro e Alto da Barra, decorrem de valores maiores do componente lenha, sendo associadas a densidades altas no momento da exploração (Tabela 1). Não obstante, em Roseira e local de densidade alta, a produção foi baixa, por razões não identificadas, que podem estar associadas à qualidade dos sítios.

A maior biomassa individual (Santa Gema, 43 kg/árvore) está associada com lotação baixa e biomassa do povoamento de valor intermediário. No local Pavão, também de densidade baixa, os valores médio individual e total do povoamento são inferiores aos de Santa Gema. Esta discrepância decorre das características distintas dos desbastes realizados em cada talhão, quanto à idade e à posição social das árvores extraídas.

BAREMBUEM (1988) estimou em 58.888 kg/ha o peso seco de lenha, em bracingal tradicional com sete anos de idade, no município de Quatro Barras, PR. Este valor é similar à média encontrada para os cinco sítios (Tabela 2).

Considerando a densidade média da lenha da bracinga como 0,55 g/cm³ (BRITO et al., 1979; PEREIRA & LAVORANTI, 1986; EMBRAPA, 1988), e aplicando-a na média geral estimada para volume (Tabela 2), resulta 109 m³/ha, no corte final. Este valor é superior à média adotada para bracingais tradicionais da RMC, aos sete anos de idade, estimada através do uso da equação desenvolvida por AHRENS (1981), como 87 m³/ha (EMBRAPA, 1988; LAURENT et al., 1990b). Outros autores encontraram, também, valores mais altos aos sete anos, entre 100 e 135 m³/ha, usando equações diferentes para estimar volumes (HOSOKAWA et al., 1981; GRAÇA & CAMPOS, 1986). Além dos fatores de crescimento (solos, tratos culturais, número de rotações, etc.), as equações existentes para volume individual de árvores de bracinga influem nos resultados (EMBRAPA, 1988, p.45), sendo necessárias validações dos modelos já desenvolvidos.

Os resultados apresentados neste trabalho não incluem as espécies do sub-bosque, cuja contribuição à produção do sistema ainda não foi estudada em profundidade. Tomando como base a contribuição máxima do sub-bosque aceita, 5% do volume total (EMBRAPA, 1988), seria possível agregar cerca de 3.000 Kg/ha (matéria seca) de lenha aos resultados do presente trabalho.

Em qualquer hipótese, a produtividade da bracinga no sistema agroflorestal tradicional na RMC está muito aquém da potencialidade da espécie. Como comparação, MUSALEM (1995) estima 193 m³/ha como rendimento mínimo de bracinga, associada com café, em turno de 5 anos, no México. Exemplos similares são relacionados por CARPANEZZI (1994).

Na RMC, são explorados anualmente cerca de 6.500 hectares de bracingais tradicionais (LAURENT et al., 1990b). Utilizando os dados médios estimados neste trabalho, seriam alcançados os seguintes pesos totais anuais (toneladas de matéria seca): lenha = 390.000; galhos = 41.500; biomassa verde = 23.000, sem considerar a produção do sub-bosque. Como as frações galhos e biomassa verde são queimadas durante a eliminação dos resíduos da exploração, as quantidades de nutrientes (especialmente aqueles voláteis) e matéria orgânica perdidas pelo ecossistema atingem valores econômicos consideráveis, potencialmente.

3.3. Distribuição da biomassa por componente vegetal

A contribuição das frações vegetais para a biomassa aérea ainda não havia sido analisada em bracingais tradicionais. Os dados médios calculados para o conjunto das árvores amostradas estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Participação das frações vegetais (%) na biomassa aérea das árvores, por classe diamétrica.

Classe de DAP (cm)	Frações vegetais		
	Lenha	Galhos	Biomassa verde
< 5,0	83,5	12,2	4,3
5,1 - 7,0	85,1	10,1	4,8
7,1 - 9,0	85,9	9,1	5,0
9,1 - 11,0	86,5	8,4	5,1
11,1 - 13,0	85,9	8,6	5,7
13,1 - 15,0	85,5	8,5	6,0
15,1 - 17,0	85,4	8,4	6,1
> 17,0	85,5	9,2	5,4
Média	85,4	9,2	5,4

Os valores médios das classes diamétricas pouco diferem entre si, com exceção do grupo de árvores pequenas (3,0 cm a 7,0 cm), onde o peso dos galhos tende a ser superior, em percentagem, ao das classes mais altas. Este resultado pode ser explicado, pelos fatos de que as árvores dominadas são muito pequenas (tanto em DAP como em altura) e o estresse devido à sombra provoca, também, uma redução da biomassa verde. De toda forma, as conseqüências sobre a produção de lenha são pouco relevantes.

Para outras espécies, a literatura fornece resultados semelhantes. Na Nova Zelândia, MADGWICK et al, (1977) citam médias de 85% para lenha, 12% de galhos e 3% de folhas, em reflorestamentos de *Pinus pinaster*. No Brasil, POGGIANI et al. (1983) estimaram que a lenha representa entre 85% e 88% da biomassa aérea de *Eucalyptus saligna*, na idade de 8 anos. RUSSO (1983), em revisão de literatura, concluiu que, geralmente, as coníferas contêm 15% a 20% do peso total nas copas (biomassa aérea); para as latifoliadas, o autor cita valores entre 20% e 25%, ou seja, superiores aos encontrados para a bracatinga. Para *Prosopis juliflora*, outra leguminosa florestal, MAGHEMBE et al. (1983) encontraram 77% de lenha e 23% de peso de copas, aos 6 anos de idade e com densidade, desde o início, de 1500 árvores/ha.

O tamanho pequeno das copas da bracatinga pode ser associado à evolução da lotação do povoamento com a idade, típica do sistema agroflorestal tradicional. Como informa EMBRAPA (1988, p.13 e p.33), a faixa comum de lotação dos bracatingais, aos 12 meses de idade, varia de 10 mil a 30 mil plantas por hectare. Como a espécie é fortemente heliófila, estabelece-se competição intensa por luz, limitando a expansão das copas e causando, gradativamente, morte de muitas plantas. Segundo inventários realizados na RMC (EMBRAPA, 1988 p.34), o número esperado de árvores de bracatinga por hectare, aos 7 anos, é 2.200 ± 800 árvores, para DAP a partir de 5,0 cm, corroborando a representatividade regional dos talhões amostrados (Tabela 1).

4. CONCLUSÕES

- A lenha concentra, em média, 85,4% do peso das árvores, frente a 9,2% de galhos e 5,4% de biomassa verde. Recomenda-se que futuros inventários de

biomassa de bracatingais utilizem o mesmo fracionamento das árvores, para verificar a validade destas proporções.

- Os bracatingais têm proporção elevada de árvores pequenas, decorrente das práticas de manejo empregadas.
- A maior biomassa média individual, alcançada no sítio Santa Gema, foi provavelmente devida à redução na densidade populacional em idade jovem, através de raleamento, corroborando recomendações da literatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, S. Um modelo matemático para volumetria individual da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: bracatinga, uma alternativa para reflorestamento, 4., 1981. **Anais**. Colombo: EMBRAPA-URPFCS, 1981, p.77-89.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A.; GRAÇA, L.R.; CECCON, E. Sistema agroflorestal tradicional da bracatinga com culturas anuais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 12, p.73-82, 1986.
- BAGGIO, A.J; CARPANEZZI, A.A.; AYANZ, A.S. Equações estimativas de peso da biomassa aérea da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) na idade de corte. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.30/31, p.37-49, 1995.
- BAREMBUEM, A.A.R.T. **Avaliação da biomassa aérea da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) para fins energéticos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1988. 71p. Dissertação Mestrado.
- BRITO, J.O.; BARRICHELO, L.E.G; FONSECA, S. Características químicas do carvão vegetal da madeira da bracatinga. **Brasil Madeira**, Curitiba, n.33, p.6-8, 1979.
- CAMPOS, C.H.O.; GRAÇA, L.R.; RIBAS, L.C. A produtividade do bracatingal tradicional através do tempo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 12, p.35-46, 1986.
- CARPANEZZI, A.A.; CARPANEZZI, O.B. Cultivo da bracatinga no Brasil e prioridades para o seu aperfeiçoamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais**. Santa Maria: UFSM, 1992. p.640-655.
- CARPANEZZI, O.B. **Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) em Bocaiúva do Sul, região metropolitana de Curitiba**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1994. 77p. Dissertação Mestrado.
- DOMINGUEZ ALVAREZ, F.A. **Evaluacion del crecimiento de *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga) en dos municipios de la region central de Veracruz, Mexico**. Chapingo: Universidad Autonoma Chapingo, 1996. 76p. Tesis Maestro en Ciencias.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, Colombo, PR. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. Colombo, 1988. 70p. (EMBRAPA - CNPF. Documentos, 20).

- HOSOKAWA, R.T.; HILDEBRAND, E.; FARIAS, G.L.; MENDES, J.B. **Avaliação preliminar da produção em povoamentos de bracatinga**. Curitiba: FUPEF, 1981. 17p. Relatório não publicado.
- GRAÇA, L.R.; RIBAS, L.C.; BAGGIO, A.J. Análise econômica de sistemas de reflorestamento com bracatinga. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.12, p.47-72, 1986.
- LAURENT, J.M.E.; CAMPOS, J.B.; BITTENCOURT, S.M. **Análise técnico-econômica do sistema agroflorestal da bracatinga na região metropolitana de Curitiba**. Curitiba: EMATER-PR, 1990a. 72p. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 4).
- LAURENT, J.M.E.; PEDREIRA, M.R.R.; CARPANEZZI, O.B.; BITTENCOURT, S.M. **Sistema agroflorestal da bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba: contexto sócio-econômico**. Curitiba: EMATER-PR, 1990b. 128p. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 6).
- LAURENT, J.M.E.; MENDONÇA, W.R. **Abastecimento de lenha às indústrias da Região Metropolitana de Curitiba-Norte**. Curitiba: EMATER-PR, 1989. 40p. (Projeto FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 2).
- MADGWICK, H.A.I.; JACKSON, D.S.; KNIGHT, P.J. Aboveground dry matter, energy and nutrient contents of trees in an age series of *Pinus radiata* plantations. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, v.7, n.3, p.445-468, 1977.
- MAGHEMBE, 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.
- MUSALEM, M.A. La bracatinga; introducción, crecimiento, manejo y utilización en asociación com cafetal; una combinación promisoría para los tropicos de Mexico. In: EVANS, D.O.; SZOTT, L.T., ed. **Nitrogen fixing trees for acid soils**. Morrilton: Winrock International, Institute for Agricultural Development/NFTA, 1995. p.113-129.
- PEREIRA, J.C.D.; LAVORANTI O.J. Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Mimosa scabrella* Benth. para fins energéticos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.12, p.30-34, 1986.
- POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z.; CORRADINI, L.; FAZZIO, E.C.M. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, Piracicaba, n.25, p.37-79, 1983.
- RUSSO, R.O. Mediciones de biomassa en sistemas agroforestales. In: CURSO CORTO SOBRE METODOLOGIAS DE INVESTIGACIÓN AGROFORESTAL EN EL TRÓPICO HÚMEDO, 1983, Cali. **Actas**. Turrialba: CATIE, 1983. p.145-156.