

**BANCO DE SEMENTES E DEPOSIÇÃO DE FOLHEDO E
SEUS NUTRIENTES EM POVOAMENTOS DE
BRACATINGA (*Mimosa scabrella* BENTHAM) NA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA-PR**

ANTONIO APARECIDO CARPANEZZI

Orientador: SÉRGIO NEREU PAGANO

Tese apresentada ao Instituto de
Biociências do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Doutor em Ciências Biológicas
(Área de Biologia Vegetal).

**RIO CLARO
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro, 1997**

Para minha mãe e meus irmãos

Para a Preta

***Agradeço às muitas pessoas que, de várias formas,
contribuíram para a realização deste trabalho.***

SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO.....	i
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE ANEXOS	viii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1. Banco de sementes do solo.....	05
2.2. Deposição de material orgânico	17
2.3. Deposição de nutrientes	26
2.4. Deposição de material orgânico e nutrientes por espécies fixadoras de nitrogênio.....	31
2.5. Características ecológicas da bracatinga.....	38
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3.1. Localização e aspectos ambientais	48
3.2. Chuva de sementes e banco de sementes.....	52
3.2.1. Caracterização dos talhões	53
3.2.2. Chuva de sementes.....	55
3.2.3. Banco de sementes	57
3.2.4. Emergência de plântulas no campo	59
3.2.5. Comparação experimental de práticas para indução da regeneração natural	59
3.2.6. Análise dos dados	61
3.3. Deposição de material orgânico e de nutrientes	61
3.3.1. Caracterização dos talhões	61
3.3.2. Coleta e separação das amostras de folheto	65
3.3.3. Determinação do peso seco e do teor de nutrientes.....	66

	Página
4. RESULTADOS	68
4.1. Variação estacional da chuva de sementes	68
4.2. Variação da chuva de sementes entre anos e entre idades	72
4.3. Variação do banco de sementes com a idade do talhão	74
4.4. Efeito da queima de resíduos sobre o banco de sementes:	
testes iniciais	77
4.5. Comparação experimental de práticas para indução de	
regeneração natural	79
4.6. Relação entre bancos de sementes e chuva de sementes	84
4.7. Produção de folheto no período anual	86
4.8. Variação estacional da deposição de folheto	89
4.9. Concentrações de nutrientes no período anual	94
4.10. Variação estacional das concentrações de nutrientes	98
4.11. Deposição de nutrientes no período anual	106
5. DISCUSSÃO	111
5.1. Chuva de sementes	111
5.2. Banco de sementes e idade dos talhões	115
5.3. Banco de sementes e regeneração por fogo	122
5.4. Deposição de folheto	124
5.5. Deposição de nutrientes	133
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
6.1. Recuperação ambiental	140
6.2. Sistema tradicional de cultivo	142
7. RESUMO	145
8. SUMMARY	148
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151
ANEXOS	170

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Localização geográfica da área experimental.....	49
FIGURA 2. Diagrama climático de Curitiba-PR para o período 1961-1990, construído segundo WALTER (1986) = meses com superavit hídrico; = meses com superavit hídrico e precipitação mensal acima de 100 mm.....	50
FIGURA 3. Médias mensais de temperatura e precipitação nos anos de 1991, 1992 e 1993, em Colombo-PR (posto meteorológico da EMBRAPA-CNPf). A = temperatura; B = precipitação	51
FIGURA 4. Deposição média diária de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, em quatro bracatingais do sistema tradicional, ao longo do tempo. O dia zero corresponde, sempre, a 18.12.1991. Período de observação variável entre talhões (C10, C1, C2, C3). i = idade do talhão em meses, na primeira coleta (mês de janeiro)	70
FIGURA 5. Deposição média diária de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, em quatro bracatingais do sistema tradicional, ao longo do tempo. O dia zero corresponde, sempre, a 18.12.1991. Período de observação variável entre talhões (C7, C5, C11, C12). i = idade do talhão em meses, na primeira coleta (mês de janeiro)	71
FIGURA 6. Deposição média diária de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, em dois bracatingais do sistema tradicional, ao longo do tempo. O dia zero corresponde, sempre, a 18.12.1991. Período de observação variável entre talhões (C9 e C8). i = idade do talhão em meses, na primeira coleta (mês de janeiro).....	72
FIGURA 7. Número médio de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado no solo de talhões de várias idades. T = total de todas as camadas. S ₃ = soma dos valores das camadas serrapilheira e 0-3 cm	74
FIGURA 8. Emergência de plântulas de bracatinga com o tempo, em dois bracatingais, após a queima de resíduos. A = banco B ₁₆ , talhão Alta Tensão. B = banco B ₁₉ , talhão Torques Imbuial. BAQ = número médio de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado $\pm$ desvio padrão, no banco do solo antes da queimada. E = número acumulado de plântulas emergidas $\pm$ desvio padrão, por metro quadrado.....	78

- FIGURA 9. Número acumulado de plântulas de bracatinga por metro quadrado nascidas após a aplicação de quatro tratamentos de regeneração natural (I a IV) em três bracatingais. A = talhão Andreatta, banco B₂₄. B = talhão Osório Ombra, banco B₂₈. C = talhão Wilson, banco B₃₀. I = sem queima, com retirada de resíduos grosseiros e com cultivo de milho. II = sem queima, sem retirada de resíduos, sem cultivo. III = com queima, com cultivo de milho e feijão (testemunha da prática tradicional). IV = com queima, sem cultivo. BAQ = número de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado $\pm$ desvio padrão no banco do solo, antes da queima. E III = emergência acumulada, no tratamento III (média $\pm$ desvio padrão) 81
- FIGURA 10. Números médios de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, no banco de sementes de três bracatingais, medidos antes da queima de resíduos de exploração e imediatamente depois da queima, segundo a profundidade. Rosenente Penta, Wilson, Osório Ombra = nomes dos bracatingais. B₂₅ até B₃₀ = código dos bancos 83
- FIGURA 11. Números médios por metro quadrado (n), em três talhões, de sementes viáveis de bracatinga no banco antes e depois da queima, e de plantinhas emergidas depois da queima. BAQ = banco antes da queima. BDQ = banco depois da queima. E = emergência acumulada. R1 = BDQ exceto serrapilheira. R2 = BDQ exceto serrapilheira e camada de 6 cm a 10 cm. Rosenente Penta, Wilson, Osório Ombra = nomes dos bracatingais 84
- FIGURA 12. Números médios de sementes viáveis de bracatinga, por metro quadrado, da chuva de sementes no período anual (entre meados de dezembro de anos consecutivos) e no banco de sementes, em três talhões (Strapasson, Adir Litter, Osório Ombra) 85
- FIGURA 13. Evolução dos valores anuais de deposição de folheto em quinze bracatingais, em função da idade. FB = folhas de bracatinga. OF = folhas de outras espécies. R = ramos. FR = frutos. M = miscelânea. A idade corresponde ao número de anos no momento central de cada período anual de medições 88
- FIGURA 14. Deposição diária média de frações do folheto em dois bracatingais (L2 e L3), ao longo do tempo. ■ = folhas de bracatinga. ■ = outras folhas. ■ = ramos. ■ = frutos. ■ = miscelânea 90

FIGURA 15. Deposição diária média de frações do folheto em dois bracatingais (L4 e L5), ao longo do tempo. ■ = folhas de bracatinga. ■ = outras folhas. ■ = ramos. ■ = frutos. ■ = miscelânea.....	91
FIGURA 16. Deposição diária média de frações do folheto em dois bracatingais (L8 e L11), ao longo do tempo. ■ = folhas de bracatinga. ■ = outras folhas. ■ = ramos. ■ = frutos. ■ = miscelânea.....	92
FIGURA 17. Deposição diária média de frações do folheto em dois bracatingais (L13 e L15), ao longo do tempo. ■ = folhas de bracatinga. ■ = outras folhas. ■ = ramos. ■ = frutos. ■ = miscelânea.....	93
FIGURA 18. Concentrações de nutrientes na fração “folhas de bracatinga” do folheto em três bracatingais (L1, L5, L9) ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.....	100
FIGURA 19. Concentrações de nutrientes na fração “folhas de bracatinga” do folheto em três bracatingais (L4, L8, L13) ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.....	101
FIGURA 20. Concentrações de nutrientes na fração “outras folhas” do folheto em três bracatingais (L4, L8, L13) ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.....	102
FIGURA 21. Concentrações de nutrientes na fração “outras folhas” do folheto em dois bracatingais (L2, L9) ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.....	103
FIGURA 22. Concentrações de nutrientes na fração “ramos” do folheto em três bracatingais (L4, L8, L9) ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.....	104
FIGURA 23. Concentrações de nutrientes na fração “frutos” do folheto em três bracatingais (L8, L13, L15) ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.....	105
FIGURA 24. Quantidade anual total de nutrientes, e quantidade anual de N isoladamente, depositadas pelo folheto em bracatingais, em função da idade. Valores médios de bracatingais de mesma idade ou próximas. n = número de conjuntos de valores anuais que deram origem à média. ■ = folhas de bracatinga. ■ = folhas de outras espécies. ■ = demais frações do folheto. ■ = N.	110

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1. Bracatingais pesquisados sobre chuva de sementes e banco de sementes.....	54
TABELA 2. Características dos bracatingais avaliados quanto à deposição de folheto e seus nutrientes, ao final dos experimentos, em 1993. DAP = diâmetro a 1,30 m. n = número de árvores. HD = altura dominante. H = altura média. AB = área basal. V = volume sólido da casca. NA = não avaliado.....	64
TABELA 3. Média diária por metro quadrado (m) da chuva de sementes viáveis de bracatinga nas coletas de janeiro a março, em dez talhões, em anos sucessivos, e participação percentual (PP) da chuva de sementes deste período em relação ao total anual	69
TABELA 4. Número médio anual $\pm$ desvio padrão, de sementes viáveis de bracatinga caídas ao chão por metro quadrado, em dez bracatingais. Período anual considerado: meados de dezembro de anos consecutivos. Idade em meses, no mês de janeiro da primeira temporada de medições	73
TABELA 5. Número médio $\pm$ desvio padrão de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, em bancos de sementes de talhões do sistema tradicional de cultivo, de idades diferentes. EC = estações de crescimento, cada uma correspondendo a um verão transcorrido	75
TABELA 6. Comparação entre números de sementes de bracatinga, por metro quadrado, nos bancos de dois bracatingais, separadamente, em épocas diferentes. EC = estações de crescimento, cada uma correspondendo a um verão transcorrido	76
TABELA 7. Comparação entre números de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, no bancos de sementes do bracatingal Osório Tri, antes e depois da queima de resíduos da exploração, segundo a profundidade. AQ = antes da queima. DQ = depois da queima.....	77
TABELA 8. Comparação entre número de sementes de bracatinga, por metro quadrado, dos bancos de dois talhões, medidos antes da queima (AQ) e alguns meses depois da queima (DQ)	79
TABELA 9. Plântulas de bracatinga nascidas por metro quadrado, em bracatingais explorados por corte raso e submetidos a diferentes tratamentos para indução da regeneração natural.	79

TABELA 10. Comparação entre números de sementes de bracatinga por metro quadrado, do banco de três bracatingais, medidos antes e depois da queima de resíduos da exploração, segundo a profundidade. AQ = antes da queima. DQ = depois da queima.....	82
TABELA 11. Valores anuais (média $\pm$ desvio padrão, em kg/ha) da deposição de material orgânico decíduo, em quinze bracatingais, durante dois períodos anuais sucessivos.....	86
TABELA 12. Concentrações de nutrientes no folheto, em dois períodos anuais sucessivos (I e II), em doze bracatingais. Idade dos talhões em anos, no momento central de cada período anual. FB = folhas de bracatinga. OF = folhas de outras espécies. R = ramos. FR = frutos. M = miscelânea. nd = não determinada	95
TABELA 13. Faixa de variação dos valores médios anuais da concentração de nutrientes no folheto, em doze bracatingais. Valores selecionados em dois períodos anuais e consecutivos de medição. FB = folhas de bracatinga. OF = folhas de outras espécies. R = ramos. FR = frutos. M = miscelânea	98
TABELA 14. Taxas anuais de deposição (kg/ha) de nutrientes, através do folheto, em doze bracatingais, em dois períodos anuais sucessivos (I e II). Idade do talhão em anos, no momento central de cada período anual. FB = folhas de bracatinga. OF = folhas de outras espécies. R = ramos. FR = frutos. M = miscelânea	107
TABELA 15. Valores médios anuais de deposição de folheto (t/ha) e de seus nutrientes (kg/ha) no domínio da Floresta Ombrófila Mista.....	127
TABELA 16. Eficiência de uso de nutrientes - EUN na deposição de folheto de algumas florestas brasileiras, no ciclo anual. Padrões para florestas tropicais úmidas expressos em média $\pm$ desvio-padrão. n = número de observações.....	136

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1. Deposição média diária de folheto $\pm$ desvio padrão (g/m^2), em coletas sucessivas, em quinze bractings (L1 a L15) do sistema tradicional de cultivo. m = média. sd = desvio padrão.	170

1. INTRODUÇÃO

A bracatinga, *Mimosa scabrella* Bentham, é uma espécie arbórea de rápido crescimento, nativa de climas frios do Brasil, que tem despertado interesse por vários motivos. Do ponto de vista da sucessão secundária, sua presença marcante em terrenos desflorestados queimados tem impressionado os botânicos, desde HOEHNE (1930). Do ponto de vista aplicado, a bracatinga participa do talvez mais antigo sistema de cultivo de uma espécie florestal nativa, o sistema agroflorestal tradicional, praticado nos arredores de Curitiba-PR desde o início deste século (MARTINS, 1944) e descrito por BAGGIO et al. (1986). O sistema é autóctone, desenvolvido por agricultores, voltado à produção de lenha, e não tem sido modificado por agentes externos, como a assistência técnica estatal.

O sistema agroflorestal tradicional de cultivo da bracatinga ocupava mais de 50.000 ha na Região Metropolitana de Curitiba, segundo interpretação do último levantamento com dados de campo, obtidos em 1980 e apresentados por COMPANHIA... (1985). O sistema é praticado em cerca de 3000 propriedades, geralmente pequenas e pouco capitalizadas, em talhões pequenos (comumente 1 ha a 5 ha) em terrenos íngremes. Os bracatingais têm muitas práticas comuns, que os torna comparáveis, e idades conhecidas. Ademais, eles abrangem uma grande variedade de sítios, sob um mesmo clima, pelo que são adequados a um estudo em caráter regional.

O banco de sementes e a deposição de folheto, separadamente, são aspectos ecológicos marcantes da bracatinga, cujo conhecimento pode contribuir para aperfeiçoar a utilização da espécie e para compreender sua participação em vegetações naturais. As informações referentes à bracatinga poderão, também, nortear a utilização de espécies de leguminosas arbóreas de outras partes do Brasil, como *Sclerolobium paniculatum* Vogel, que reúne características ecológicas e silviculturais equivalentes (CARPANEZZI et al., 1983; CASTRO et al., 1990).

As sementes de bracatinga têm dormência tegumentar, sendo impermeáveis à água. Um fundamento do sistema tradicional, de grande repercussão econômica, é a indução da germinação de sementes do solo, pela queima de resíduos da exploração do bracatingal anterior. O banco de sementes da bracatinga no solo, em talhões do sistema tradicional, é desconhecido e constitui lacuna técnica intrigante, pela densidade inicial muito alta dos povoamentos (que prejudica a floração) e pela rotação curta, de sete anos. Todavia, há um conhecimento empírico, aplicado pelos agricultores (veja-se MARTINS, 1944), que dimensiona a rotação em função da formação do banco por chuvas de sementes do próprio talhão. Recentemente, a exportação de nutrientes e a poluição, causadas pelas queimadas, têm suscitado a preocupação de buscar outros métodos para a regeneração dos bracatingais comerciais.

Em sua área de ocorrência natural, a bracatinga não é onipresente após distúrbios em florestas, mesmo no caso de incêndios, que favorecem muito a sua regeneração natural. Os mecanismos que podem explicar a presença / ausência da bracatinga na sucessão secundária em matas da Floresta Ombrófila

Mista, como a chuva e o banco de sementes, são ainda menos conhecidos que nos talhões de cultivo. Informações sobre a dispersão de sementes e a longevidade de sementes no solo aumentam de importância, pois a bracatinga, por ser pioneira, é muito rara em florestas maduras.

De um outro lado, devido a vários atributos - como crescimento rápido, vida curta e fixação simbiótica de N_2 - a bracatinga tem grande potencial para participar de plantações cujo objetivo principal não é a produção de sua madeira. Realmente, nas áreas tropicais, constata-se a preocupação crescente de viabilizar tecnicamente plantios arbóreos, idealmente mistos, para recuperação de ecossistemas ou para produção de madeiras nobres de espécies nativas longevas (KAGEYAMA et al., 1989; KELTY, 1992; LAMB & LAWRENCE, 1993; MIYAWAKI, 1993; PARROTA, 1993). Ambos os casos valorizam o perfil da bracatinga como espécie facilitadora da sucessão. A melhoria nutricional do sítio é um mecanismo facilitador relevante, e em muitos casos é conseguida pela deposição de folheto rico em nitrogênio fixado simbioticamente da atmosfera (CALLAWAY, 1995).

O conhecimento da deposição de folheto da bracatinga, rico em N, advém de CARPANEZZI et al.(1984) e, principalmente, de uma série de pesquisas realizadas em São Mateus do Sul-PR (POGGIANI et al.,1987; POGGIANI & MONTEIRO,1990; POGGIANI & SIMÕES,1993). Todas essas investigações foram realizadas em parcelas experimentais, em ambientes particulares pela qualidade dos solos e pelo sub-bosque pouco expressivo . Bracatingais em situações mais comuns, como talhões do sistema tradicional de cultivo, ainda não foram estudados. Dados de POGGIANI & MONTEIRO (1990)

sugerem que há mudança acentuada da produção do folheto da bracatinga com a idade, o que torna aconselhável estimativas referentes a rotações, e não a anos.

O presente trabalho, realizado em talhões do sistema tradicional próximos de Curitiba - PR, teve por objetivo levantar informações, em dimensão regional, sobre os seguintes aspectos da ecologia da bracatinga:

- dinâmica do banco de sementes da bracatinga: características gerais da chuva de sementes; variação do tamanho do banco com a idade dos talhões; resposta do banco à queimada e a outros tratamentos, não convencionais, de regeneração da bracatinga; e
- deposição de folheto e nutrientes em bracatingais: variação com a idade dos talhões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. BANCO DE SEMENTES DO SOLO

No passado recente, os livros de HARPER (1977) e GRIME (1979) foram marcantes para o estudo da dinâmica de populações de plantas, que compreende os bancos de sementes do solo. O livro de LECK et al. (1989) constitui, hoje, a principal obra voltada especificamente aos bancos de sementes. WHITMORE (1983) e GARWOOD (1989) constituem revisões valiosas sobre bancos de sementes em florestas tropicais.

Segundo GARWOOD (1989), as espécies florestais tropicais regeneram-se pelos seguintes meios: chuva de sementes (sementes dispersadas recentemente); banco de sementes (sementes dormentes no solo); banco de plântulas (plantas nascidas de sementes, dominadas, estabelecidas no sub-bosque), regeneração avançada (plantas no estágio de varas, dominadas), rebrotações (de raízes ou da parte aérea de indivíduos feridos) e crescimento lateral do dossel. Segundo a autora, o banco de sementes inclui as sementes enterradas no solo e aquelas na sua superfície; sementes contidas na serrapilheira são, freqüentemente, incluídas.

No Brasil, estudos sobre bancos de sementes têm sido realizados principalmente na agricultura, visando o controle de plantas indesejáveis, como exemplificam CONGRESSO ... (1991), MARTINS & SILVA (1994), GARCIA (1995) e CARMONA (1992, 1995).

Há poucas investigações sobre bancos de sementes em ecossistemas brasileiros de florestas ou de savana. BRINKMANN & VIEIRA (1971) e RIZZINI (1976) investigaram a influência da temperatura do solo, durante queimadas, sobre sementes de várias espécies, em uma floresta amazônica e em um cerrado, respectivamente. CARNEIRO et al. (1982) e ROTH (1982) efetuaram investigações preliminares sobre o banco de sementes de bracatinga. MOREIRA et al. (1986) e VIANA (1990), respectivamente, quantificaram bancos de sementes de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers em um cerradão e de *Vochysia maxima* Ducke em uma floresta secundária amazônica. GROMBONE-GUARATINI & KAGEYAMA (1995) caracterizaram o banco de sementes de uma floresta ripária madura no interior do Estado de São Paulo, em duas épocas do ano, constatando várias tendências detectadas também para florestas tropicais úmidas, as quais são apresentadas adiante.

Pesquisas relacionando banco de sementes e recuperação ambiental também são raras no Brasil, podendo-se citar KAGEYAMA (1986) e MIRANDA (1994).

O valor prático dos conhecimentos sobre o banco de sementes de um local consiste em poder predizer, em traços gerais, a composição da vegetação da sucessão secundária, em um cenário de opções de distúrbios. Para conhecer o banco de sementes, os estudos comumente comparam-no em estádios sucessionais distintos, de causas naturais ou humanas.

A reunião de informações de vários autores (BRINKMANN & VIEIRA, 1971; GUEVARA & GÓMEZ-POMPA, 1972; HALL & SWAINE, 1980; UHL et al., 1981; EWEL et al., 1981; UHL & CLARK, 1983; HOPKINS & GRAHAM, 1984a;

FENNER, 1985; FORESTA & PREVOST, 1986; EPP, 1987; SAULEI & SWAINE, 1988; ROUW & OERS, 1988; GRAHAM & HOPKINS, 1990; LUKEN, 1990; RAMIREZ-MARCIAL et al., 1992; GORCHOV et al., 1993), concernentes a florestas tropicais úmidas, permite algumas generalizações sobre variações do banco de sementes, particularmente em razão do estágio seral:

Tamanho do banco. Incêndios causam redução acentuada do número de sementes do banco, matando muitas delas, inclusive de espécies lenhosas pioneiras, e provocando também a germinação da maior parte das sementes remanescentes. Com a sucessão, o banco volta a aumentar rapidamente e atinge uma lotação máxima num estágio secundário intermediário, a partir do qual decresce; na floresta madura, a lotação é estável.

Composição do banco. a) A composição florística do banco varia com o desenrolar do tempo, e distancia-se progressivamente da composição da vegetação local à medida que a sucessão avança. A diversidade de espécies do banco aumenta com o tempo da sucessão. b) Em número de indivíduos, as espécies presentes no banco de uma floresta madura não perturbada são principalmente pioneiras lenhosas, de síndrome de dispersão por pássaros e morcegos, com proporções menores de pioneiras herbáceas ou trepadoras. c) A fragmentação da paisagem por outros usos da terra, ou a ocorrência de distúrbios repetidos no local, conduzem a uma sucessão retrogressiva no banco. Com isto, aumenta a participação de espécies herbáceas ruderais ou invasoras, e de espécies lenhosas dispersadas pelo vento. d) Em um mesmo povoamento, pode haver grande variação no banco quanto a espécies e aos seus números de indivíduos, entre os meses do ano. Portanto, a época em que se dá a

germinação do banco influencia a composição da vegetação secundária.

Fontes de sementes. Clareiras com vegetação secundária têm bancos maiores que florestas primárias adjacentes, devido à maior produção autóctone de sementes. A dispersão de sementes, principalmente por morcegos e pássaros, ocorre nos dois sentidos: da clareira para a floresta alta adjacente, e vice-versa. A homogeneidade da distribuição de espécies secundárias no banco de florestas primárias atesta a eficiência dos agentes de dispersão.

Nas florestas tropicais, as sementes das espécies do início da sucessão secundária apresentam dois tipos de dormência que permitem formar banco de sementes no solo, dormência fotoblástica e dormência tegumentar (GÓMEZ-PAMPA & VÁZQUÉZ-YANES, 1976). Nas florestas tropicais chuvosas, a dormência tegumentar é menos difundida que a fotoblástica, e a participação de leguminosas com tegumento impermeável é pouco importante (VÁZQUÉZ-YANES, 1980; WHITMORE, 1983). Na natureza, a superação de ambos os tipos de dormência decorre de mudanças do microclima, como consequência de distúrbios, por exemplos queda de árvores grandes e queima da vegetação.

Nas florestas tropicais da América, as espécies mais estudadas quanto ao banco de sementes são algumas pioneiras com dormência fotoblástica. Entre estas, destacam-se as do gênero *Cecropia*, para o qual há informações em um espectro amplo, desde os fatores que superam a dormência de sementes (HOLTHUIJZEN & BOERBOOM, 1982; VÁZQUES-YANEZ & SMITH, 1982; VÁZQUES-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1990, 1992; VÁZQUEZ-YANES et al. , 1990, 1996) até a dinâmica do banco em vários locais (HOLTHUIJZEN & BOERBOOM, 1982; FORESTA & PREVOST, 1986; ALVAREZ-BUYLLA &

MARTINEZ-RAMOS, 1990; GORCHOV et al., 1993; DALLING, 1996).

Comparativamente, há muito menos informações experimentais sobre bancos de sementes de espécies tropicais americanas com dormência tegumentar. VÁZQUES-YANEZ (1974) mostrou resultados de germinação para sementes de *Ochroma lagopus* Swartz recolhidas da camada superficial do solo, apontando o sucesso de vários tratamentos de calor, por exemplo imersão em água fervente por dois minutos. Sementes com dois anos de idade apresentaram cerca de 75% do poder germinativo de sementes frescas. Na natureza, observa-se a formação de talhões densos da espécie após incêndios, pois temperatura elevada favorece sua germinação e reduz grandemente o número de sementes viáveis de outras espécies.

Na Austrália e na África do Sul, espécies introduzidas de leguminosas com sementes de tegumento impermeável, a grande maioria do gênero *Acacia*, têm se tornado invasoras indesejáveis. O esgotamento do banco de sementes do solo é considerado crucial para a erradicação destas espécies, originando estudos sobre práticas culturais que causam depressão* no banco, como incêndios ou o corte da vegetação. Em outros locais, espécies nativas, como *Acacia sieberiana* D.C. e *A. gerrardii* Benth. em Uganda, tornam-se muito abundantes por desequilíbrios locais, e há necessidade de seu controle, motivando estudos semelhantes, por exemplo SABIITI & WEIN (1987, 1988) e MUCUNGUZI & ORYEM-ORIGA (1996). Outros motivos, como o manejo de

* A palavra depressão, ordinariamente, pode ter os sentidos de: abaixamento de nível resultante de pressão ou de peso; e diminuição, redução (FERREIRA, 1975). No presente trabalho, a palavra depressão, aplicada ao banco de sementes do solo, indica a redução do número de sementes por um motivo qualquer, como deterioração, predação, germinação, remoção por animais, carbonização, etc.

florestas de *Eucalyptus marginata* Donn ex Sm., onde espécies de *Acacia* são abundantes no sub-bosque, também requerem informações sobre a interação entre bancos de sementes e incêndios (BELL et al., 1987).

Tipicamente, o tamanho do banco de sementes do solo varia com o uso da terra. Dados de muitas fontes resultam em 10^2 a 10^3 sementes/m² para florestas maduras; 10^3 a 10^6 sementes/m² para campos; e 10^3 a 10^5 sementes/m² para solos aráveis (FENNER, 1985). Todavia, sementes enterradas em profundidades superiores a um limite crítico têm pouca ou nenhuma probabilidade de emergir, como exemplificam SOLBRIG & CANTINO (1975) para *Prosopis glandulosa* Torr. e PIETERSE & CAIRNS (1986) para *Acacia longifolia* (Andr.) Wild..

As estimativas do tamanho e da composição de um banco podem variar muito com a metodologia empregada. BROWN (1992) relatou vantagens e desvantagens de dois métodos (contagem de sementes extraídas do solo, sem avaliação de germinação e contagem de plântulas emergidas de amostras do solo); os resultados, para uma floresta temperada, foram muito díspares. HALL & SWAINE (1980), HOPKINS & GRAHAM (1984b), KAGEYAMA (1986) e GROMBONE-GUARATINI & KAGEYAMA (1995) verificaram que bancos de sementes de florestas tropicais ou sub-tropicais, avaliados pelo método de emergência, foram muito diferentes segundo os ambientes onde as amostras de solo foram colocadas.

A extração de sementes por peneiramento do solo tem sido usada para separar sementes de leguminosas com dormência tegumentar (PIETERSE &

CAIRNS, 1986; GRICE & WESTOBY, 1987), para posterior avaliação da germinação. A extração de sementes de *Mimosa pigra* L., que são pequenas (100.000 sementes/kg), foi obtida pela agitação do solo em solução de Calgon, uma substância dispersante empregada em análises pedológicas (LONSDALE et al., 1988).

Quanto à continuidade temporal do banco, GRIME (1979) e SIMPSON et al. (1989) concordam entre si ao reconhecer dois tipos básicos. Banco de sementes transitório é aquele em que nenhuma semente permanece viável no habitat por mais de um ano, a contar de sua dispersão. No banco permanente, pelo menos algumas de suas sementes viáveis têm mais de um ano de idade. GARWOOD (1989) desdobrou estes conceitos, com base em comportamentos da germinação e padrões temporais da dispersão de sementes, reconhecendo seis estratégias de bancos de sementes do solo (quatro delas transitórias). Segundo esta autora, as espécies que formam banco permanente no sentido estrito apresentam, em conjunto, sementes dispersadas continuamente ou em um dado período do ano, viáveis por longo tempo e com algum tipo de dormência. Entre as espécies lenhosas tidas como mais longevas no banco de sementes de florestas, sementes de *Prunus pensylvanica* L. persistem viáveis por mais de 30 anos (MARQUIS, 1975), as de *Acacia melanoxylon* R. Br. por ao menos 50 anos (FARREL & ASHTON, 1978), e as de *Acacia dealbata* Link. e do arbusto *Ceanothus velutinus* Dougl. por vários séculos (NOBLE & SLATYER, 1980; Gratkowski, 1962 citado por ZAVITKOVSKI & NEWTON, 1968).

Segundo GRIME (1979), a regeneração, a partir de bancos permanentes de sementes enterradas de arbustos e árvores, é exclusiva de

espécies associadas à vegetação frequentemente perturbada. Em habitats pouco perturbados, como florestas maduras tropicais ou temperadas, os bancos de sementes tendem a ser substituídos por bancos de plântulas permanentes.

Os tipos de dormência e suas relações com o banco de sementes foram abordados por BASKIN & BASKIN (1989). A dormência física por tegumento impermeável à água ocorre em várias famílias, sendo causada por uma camada paliçádica de macroesclerídeos ou células de Malpighi impregnadas por substâncias hidro-repelentes, como suberina, cutina ou lignina. Para que a semente torne-se permeável é preciso que ocorra uma abertura na camada paliçádica, em uma região anatômica específica do tegumento. Na natureza, tal abertura é conseguida, principalmente, por altas temperaturas (incêndios) ou pela variação de temperaturas diurnas e noturnas em ambientes abertos, no verão. A resposta à temperatura alta ou flutuante é considerada um mecanismo adaptativo para restringir a germinação das sementes com tegumento impermeável à uma certa estação do ano, ou após distúrbios no habitat.

A dormência de sementes com tegumento impermeável à água é variável em diversos níveis, como dentro de indivíduos (CARVALHO & NAKAKAWA, 1979) e entre anos (BESNIER ROMERO, 1989). A dormência de um lote de sementes com tegumento impermeável pode, também, variar com o tempo de armazenamento, seguindo padrões diferenciados entre espécies (MORRISON et al., 1992).

Somente parte das sementes produzidas é incorporada ao banco, como relatado a seguir em dois exemplos do extremo-sul da África, cujo ecossistema é susceptível à invasão por espécies introduzidas de *Acacia*. A

produção local de sementes de *A. cyclops* A. Cunn. ex G. Don em início de invasão pode ser totalmente consumida no chão por ratos, caso não seja a presença de formigas que, rapidamente, concentram as sementes em ninhos subterrâneos (HOLMES, 1990). A dinâmica da população de sementes de *Acacia longifolia* durante um ano, na ausência de fogo, foi estudada por PIETERSE & CAIRNS (1988). Os autores verificaram que 4% das sementes produzidas germinaram, 45% foram predadas por pássaros ou roedores, 44% foram incorporadas ao banco em formigueiros e 7% foram incorporadas diretamente ao banco.

Segundo HOLMES (1989a), a depressão de sementes do banco depende das intensidades de germinação, mortalidade (por ataques de patógenos e envelhecimento fisiológico) e predação; o envelhecimento fisiológico é, teoricamente, diminuído pelo tegumento impermeável. Todavia, resultados de vários ensaios de enterramento, mostrados a seguir, exemplificam que a duração de sementes de leguminosas com tegumento impermeável não é muito pronunciada, por diversas causas, e que há variação entre espécies e locais.

Sementes de *Prosopis velutina* Wooton deterioraram consideravelmente durante dois anos de armazenamento no solo, e nenhuma germinou em condições de campo depois de três anos (SOLBRIG & CANTINO, 1975). Para *Acacia longifolia*, na Austrália, 6% das sementes permaneciam viáveis e dormentes após 3 anos; 90% das sementes foram predadas (WEISS, 1984). As meias-vidas de sementes de *Mimosa pigra*, na profundidade de 1 cm, foram de 66 dias e 303 dias, em dois locais da Austrália (LONSDALE et al.,

1988). Embora com grau de dormência inicial alto, e com proteção artificial contra predadores, 97% e 45% das sementes de *Acacia cyclops* e *A. saligna* (Labill.) Wendl., respectivamente, foram perdidas no primeiro ano (HOLMES, 1989a).

A profundidade em que a semente encontra-se no solo afeta sua longevidade. GRIME (1979), generalizando, afirma que a maioria dos bancos permanentes consiste de sementes enterradas, e não na serrapilheira ou na parte mais superficial do primeiro horizonte mineral. THOMPSON (1987) considera que o peso das sementes (quanto menor é melhor) e o enterramento são fatores importantes para a persistência das sementes no banco; o enterramento reduz ou elimina a maior parte da predação por invertebrados. Para espécies com tegumento duro (BASKIN & BASKIN, 1989), e para algumas espécies com dormência fotoblástica (EPP, 1982; HOLTHUIJZEN & BOERBOOM, 1982; VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1990), o enterramento reduz a intensidade das condições ambientais que superariam a dormência. WEISS (1984) e LONSDALE et al. (1988) verificaram que a longevidade das sementes enterradas no solo, de várias espécies arbustivas ou arbóreas, inclusive *Acacia longifolia* e *Mimosa pigra* (ambas com dormência tegumentar), aumentou em razão direta da profundidade.

Incêndios constituem fator de depressão acentuada do banco de sementes do solo, tanto pela destruição de sementes como por favorecer a germinação de parte do remanescente. Em uma floresta tropical com 21 anos de idade na Costa do Marfim, o número de sementes viáveis do banco decresceu de 2.051/m² antes da queima para 1.130/m² imediatamente após a queima (ROUW

& OUERS, 1988). Para florestas maduras da Amazônia venezuelana, os valores correspondentes foram $752/\text{m}^2$ e $157/\text{m}^2$ (UHL et al., 1981).

Num mesmo local, incêndios de padrões diferentes afetam de modos diferentes o mesmo banco de sementes do solo (FLOYD, 1976; MORGAN & NEUENSCHWANDER, 1987; HOLMES, 1989b; HODGKINSON & OXLEY, 1990). A penetração de calor no solo depende da textura e da umidade do solo, e da duração do fogo, a qual é função do tipo de material combustível, sua biomassa seca e seu teor de umidade (McARTHUR & CHENEY, 1966; Batchelder & Hirt, 1966 citado por VÁZQUEZ-YANES, 1974).

Na prática, o material combustível sobre o terreno é variável em composição e na distribuição espacial, o que gera variações ponto-a-ponto, dentro da área queimada, quanto à germinação de sementes do banco (SCOWCROFT & WOOD, 1976; MORGAN & NEUENSCHWANDER, 1988). Trechos onde a serrapilheira não foi queimada interagem com o banco de várias formas, revistas em FACELLI & PICKETT (1991), afetando o ambiente por meios químicos e físicos. Entre outros aspectos, a serrapilheira intercepta luz, sombreando sementes e nascediças, e reduzindo a amplitude térmica do solo e, por consequência, a evaporação de água. Ademais, a serrapilheira constitui uma barreira física que pode dificultar a emergência de nascediças e brotações. As variações ponto-a-ponto dentro de um terreno, incluindo áreas queimadas e não queimadas, e suas gradações, constituem micro-ambientes, os quais influem no recrutamento de sementes do banco de solos florestais após distúrbios (UHL et al., 1981; HILL, 1982; PUTZ, 1983; MADSEN, 1995; McLAREN & JANKE, 1996).

Atendo-se a bancos de sementes de espécies leguminosas com dormência tegumentar, as seguintes assertivas podem ser adotadas quanto às influências da derrubada e ou da queima da vegetação, com base na literatura (FLOYD, 1976; PIETERSE & CAIRNS, 1986; SABIITI & WEIN, 1987, 1988; HOLMES, 1988, 1989b; PORTLOCK et al., 1990; HODGKINSON & OXLEY, 1990; BRADSTOCK & AULD, 1995; MUCUNGUZI & ORYEM-ORIGA, 1996):

- há variação acentuada entre espécies, quanto à dinâmica do seu banco em razão de um distúrbio;
- há variação espacial acentuada do banco antes do distúrbio, e de sua resposta aos distúrbios;
- a derrubada da vegetação, sem queima, pode causar depressão no banco, tanto por germinação como por morte das sementes; e
- nos incêndios, as sementes são afetadas de acordo com sua posição no solo:
 - as sementes de uma camada superior do solo são destruídas; a espessura da camada de solo assim afetada varia diretamente com a penetração do calor
 - as sementes de uma camada intermediária têm a dormência superada pelo calor, e conseguem emergir
 - as sementes de uma camada inferior têm a dormência superada mas não conseguem emergir e morrem, ou não são afetadas pelo calor e permanecem dormentes.

Os bancos de sementes de espécies de leguminosas com tegumento

impermeável, em povoamentos densos de suas árvores, situam-se entre 2.000/m² e 13.000/m², para o caso de espécies invasoras, introduzidas (PIETERSE & CAIRNS, 1986, 1988; LONSDALE et al., 1988; HOLMES, 1988, 1989b). Para a espécie nativa *Acacia sieberiana*, de savanas da África, o banco alcança 800/m² sob copas de árvores maduras (SABIITI & WEIN, 1987).

Em virtude de os bancos serem grandes, o nascimento de plântulas após um incêndio causa lotações muito elevadas, em termos silviculturais. A densidade da espécie principal destes povoamentos, porém, decresce rapidamente, por vários motivos. No Havaí, para *Acacia koa* Gray, SCOWCROFT & WOOD (1976) consideraram normal o decréscimo de 247.000 nascediças/ha para 4.000 árvores/ha aos 4,5 anos; competição de outras espécies e doenças fúngicas foram apontadas como causas importantes. SABIITI & WEIN (1988) constataram que 95% das nascediças de *Acacia sieberiana* haviam morrido, gradativamente, até os dois anos de idade, por razões, em ordem decrescente, de predação, seca e competição. Na Tasmânia, 90% das nascediças da espécie nativa *Acacia melanoxylon* morreram até os 9 meses de idade, embora neste caso a lotação inicial fosse 3 plantas/m² (HILL, 1982).

2.2. DEPOSIÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO

FERREIRA (1975) conceitua folheto como “conjunto de folhas desprendidas da árvore”. Neste trabalho, a exemplo de outros autores brasileiros, a palavra “folheto” significa o conjunto de todos os materiais de um maciço arbóreo, exceto partes lenhosas grossas, que caem ao solo. O termo

“serrapilheira” será empregado apenas com o significado de “camada de folhas, galhos, etc., de mistura com a terra, que cobre o solo da mata” (FERREIRA, 1975), portanto incluindo o folheto, desde recém-depositado no solo até em decomposição avançada.

Em seu trabalho, pioneiro no assunto, BRAY & GORHAM (1964) relacionaram, inversamente, valores de produção de folheto e latitude. Os autores reconheceram que outros fatores influem, localmente, sobre a produção do folheto: espécie; altitude e exposição; qualidade do sítio; e tratamentos aplicados ao povoamento (como desbastes). VOGT et al. (1986) consideram que a relação gráfica entre latitude e quantidade anual de folheto segundo BRAY & GORHAM (1964) superestima os valores da zona equatorial e subestima os da zona ártica-alpina, e apresentam nova correlação linear entre as variáveis. Em ambos os artigos, é marcante a escassez de dados referentes às latitudes entre 10° e 30°.

Outros autores tentaram detalhar a previsão da produção de folheto ao redor do mundo, baseando-se em variáveis climáticas associadas à produtividade vegetal.

MEENTEMEYER et al. (1982) determinaram regressões lineares entre a evapotranspiração real e as produções anuais do folheto total e da fração foliar, e estimaram que a fração foliar representa cerca de 70% da deposição total. Analisando dados de florestas naturais temperadas até tropicais em ambientes mesófilos, JORDAN (1983) concluiu que a latitude não é um bom indicador dos valores de produção de folheto, os quais são diretamente proporcionais aos valores de balanço de radiação, atingindo valores máximos

nos trópicos. Usando dados de florestas naturais e de plantações entre 18°N e 17°S, VITOUSEK (1984) desenvolveu equação, baseada nas quantidades de água e calor disponíveis em um local, que permitem estimar a deposição de folheto em regiões tropicais. Todos estes autores reconheceram que as características do solo influenciam a produção local de folheto.

SPAIN (1984) e LONSDALE (1988a) concordam que variáveis abrangentes como latitude, altitude, precipitação e temperatura têm mostrado correlação significativa com a produção de folheto, e servem para indicar tendências globais. Todavia, segundo os autores, tais variáveis explicam somente parte da variação, e não são úteis para previsões locais, onde atuam outros fatores, ou interações, que influenciam as quantidades depositadas.

Um princípio unificador para explicar os desvios parece ser que sua variação comporta-se como diretamente proporcional à da produtividade primária líquida. Realmente, O'NEILL & DE ANGELIS (1981) e JORDAN (1983) apontam correlações positivas entre valores de material orgânico decíduo e produtividade primária líquida.

Em investigação detalhada em duas florestas tropicais australianas intocadas e próximas entre si, STOCKER et al. (1995) verificaram deposição de folheto maior na floresta de clima um pouco mais seco e de solo mais fértil, contrariando previsão por critérios climáticos. Situação muito similar ocorre no estado de São Paulo, onde mensurações na Floresta Estacional Semidecidual em latossolos vermelhos (DINIZ, 1987; PAGANO, 1989a; CESAR, 1993) indicam valores acima dos previstos por MEENTEMEYER et al. (1982), mas equivalentes ou superiores aos da Floresta Ombrófila Densa (VARJABEDIAN & PAGANO,

1988). Os valores da Floresta Estacional Semidecidual são, ainda, superiores aos verificados, sob o mesmo clima regional, em cerrado e mata ciliar, localizadas em solos mais pobres e ou em áreas mais sujeitas a geadas (DELITTI, 1984).

No âmbito das florestas tropicais, VITOUSEK (1984) verificou que a disponibilidade de nutrientes, principalmente fósforo, afeta de modo direto a produção de folheto. Em talhões de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barr. et Golf., em savana tropical em Afaka, na Nigéria, KADEBA & ADUAYI (1985) constataram deposições de folheto menores que em talhões da espécie em outros locais do país. O comportamento em Afaka foi atribuído ao fato de a estação de crescimento ser mais curta, por causa da precipitação anual menor.

A influência da composição da fitocenose sobre a produção de folheto pode ser avaliada, em seu caso mais simples, pela comparação de talhões monoespecíficos (NOVAIS & POGGIANI, 1983; VINHA & PEREIRA, 1983; GILL et al., 1987; MONTAGNINI et al., 1993).

O estágio de evolução da fitocenose constitui, também, um fator de variação dos valores da deposição de material orgânico. No estudo desta interrelação, a área basal, a cobertura do solo pelas copas, a idade do povoamento e o estágio sucessionaL têm sido usados como descritores, às vezes subjetivos, do grau de desenvolvimento da vegetação.

Segundo Gresham (1982) citado por HENESSEY (1992), a área basal é o principal fator que determina a quantidade de deposição em talhões de *Pinus taeda* em desenvolvimento. Todavia, HENESSEY (1992) opina que a influência

da área basal torna-se pequena após o fechamento completo das copas. O autor indica, através de uma curva de correlação, valores anuais de queda de acículas ascendente até 26 m²/ha, máximo entre 26 m²/ha e 45 m²/ha, e descendente após 45 m²/ha. Há variação de deposição de acículas, para um mesmo índice de área basal, demonstrando a influência considerável do sítio e do andamento do clima.

O exame conjunto de diversos trabalhos, sobre plantações de espécies de rápido crescimento ou talhões de regeneração natural dominados por uma só espécie (ZAVITKOVSKI & NEWTON, 1968, 1971; GESSEL & TURNER, 1974; GHOLZ et al., 1985; TURNER, 1986; SHARMA & AMBASHT, 1987; POGGIANI & MONTEIRO, 1990; LODHIYAL et al., 1995a; SRIVASTAVA & AMBASHT, 1996; TANDON et al., 1996) , permite reconhecer um padrão comum para a variação da produção de folheto com a idade. Inicialmente, o valor da deposição de folhas cresce com a idade, até atingir um limite; a velocidade de incremento da deposição, e a idade e o valor máximo de deposição, são próprios de cada caso. Depois de atingido o limite, o valor da deposição de folhas: a) estabiliza-se ou cai, lentamente, para espécies longevas; ou b) cai rapidamente, para espécies de vida curta. A deposição total segue a mesma tendência mostrada pela fração foliar, mas a diferença entre ambos os valores pode crescer de modo gradativo para as espécies longevas, após a fração foliar atingir seu ponto máximo.

No tocante à variação quantitativa do folheto em decorrência da sucessão em florestas naturais, há condensação de informações de outros autores por BRAY & GORHAM (1964), CARPANEZZI (1980) e BROWN & LUGO (1990), ao lado de resultados pontuais apresentados por COOPER (1981) e DANTAS & PHILLIPSON (1989). O exame conjunto permite adotar o mesmo

padrão esboçado para plantações florestais e para ecossistemas florestais naturais pouco diversificados.

Os atributos do ponto de fechamento das copas, descritos BRAY & GORHAM (1964) e ZAVITKOVSKI & NEWTON (1971), levam a concluir que se trata da mesma idade em que a deposição foliar atinge seu ápice

A experimentação desta tese foi desenvolvida no domínio da Floresta Ombrófila Mista; os grandes ecossistemas naturais arbóreos vizinhos são a Floresta Ombrófila Densa da encosta atlântica e a Floresta Estacional Semidecidual, a qual comporta inclusões de Savana. O conhecimento da variação estacional da deposição de folheto de tais ecossistemas, e de suas plantações florestais mais importantes, é valioso para compreender o assunto nos *bracatingais*.

Informações apresentadas por VARJABEDIAN & PAGANO (1988) e BRITEZ (1994) permitem reconhecer que, na parte sul da Mata Atlântica, o período de maior deposição de folhas ocorre, sempre, entre outubro e fevereiro. Neste período, as normais climatológicas apontam aumentos da precipitação e da temperatura do ar. BRITEZ (1994) interpreta este padrão como estratégia de renovação de folhas e de incremento do desenvolvimento das plantas, simultânea à queda do folheto, aproveitando o período de maior disponibilidade de água e radiação. A simultaneidade entre ápices de queda e de renovação de folhas, dentro do período quente e chuvoso, é corrente em florestas úmidas do sudeste da Austrália (SPECHT & BROUWER, 1975; LOWMAN, 1988).

Na parte norte da Mata Atlântica, a investigação em um fragmento

florestal em Recife-PE indicou deposição foliar mais intensa entre outubro a dezembro, dentro da estação seca local (SAMPAIO et al., 1988).

Com exceção para a bracatinga, examinada no item 2.5, as investigações em povoamentos de espécies nativas ou de comunidades naturais da Floresta Ombrófila Mista não permitem, ainda, uma idéia clara da variação sazonal da deposição foliar.

KOHELER et al. (1987) e KOHELER & REISSMANN (1992) acompanharam durante um ano a deposição de folheto e nutrientes em plantações puras de pinheiro-do-paraná, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., de 15 anos de idade, em três sítios de qualidades distintas, em Lapa-PR, onde a espécie é nativa. Para a fração acículas, foram detectados três momentos de deposição máxima: maio e agosto (início e final do período frio) e novembro e janeiro (período quente).

Em uma floresta natural com pinheiro-do-paraná em São Mateus do Sul-PR, avaliada durante um ano, a deposição foliar foi mais acentuada nos meses de agosto a dezembro, com variação entre espécies (BRITEZ et al., 1992). Nas espécies decíduas, a perda de folhas intensificou-se em agosto, logo após geadas fortes, e as árvores ficaram sem folhas em setembro. As espécies perenifólias ou semi-decíduas perderam suas folhas, gradativamente, entre setembro e dezembro, com ápice em outubro e novembro. *Campomanesia xanthocarpa* Berg., decidual, apresentou deposição anual maior que as outras espécies.

Na Floresta Estacional Semidecidual, diversos estudos (CESAR, 1993;

POGGIANI & MONTEIRO JUNIOR, 1990) no interior do Estado de São Paulo mostraram que a deposição foliar é maior nos meses de julho a outubro, de menor pluviosidade. PAGANO (1989a) adverte que a maior deposição tende a ocorrer nesta época, independentemente das variações de temperatura e umidade de um determinado ano, sendo uma característica adquirida através do processo evolutivo do ecossistema da região. Em concordância com esta hipótese, WIEDER & WRIGHT (1995) verificaram, em floresta natural do Panamá, que a manutenção da umidade alta no solo, via irrigação, não afetou a ocorrência de pico de deposição de folheto na época seca, nem sua quantidade.

Em um cerrado de Mogi-Guaçu-SP, DELITTI (1984) verificou que a variação estacional da deposição foliar é similar à observada para as florestas semidecíduas da região. O pico de deposição foliar coincide com o período de deficiência hídrica no solo, o qual ocorre, com maior frequência, em agosto. O autor constatou que a ocorrência de geadas constitui, por si, um fator que pode provocar queda intensa de folhas. Em cerrados em outros pontos do Brasil, PERES et al. (1983) também relatam maior deposição foliar na mesma época do ano, associando-a à deficiência hídrica no solo.

No interior do estado de São Paulo, e em cerrados de Mato Grosso do Sul, a deposição de folheto de eucaliptos de origem subtropical do leste da Austrália, como *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. saligna* Smith, é maior na época quente e chuvosa (CARPANEZZI, 1980; POGGIANI et al., 1984; POGGIANI, 1985; SCHUMACHER, 1992), em oposição às florestas naturais da região. KING & CAMPBELL (1994) constataram a mesma tendência estacional em talhão de *E. grandis* no Zimbábue, contrastando com o comportamento da savana local. No

domínio da Floresta Ombrófila Mista no interior do Paraná, em clima mais frio e úmido, a deposição do folheto de *E. viminalis* Labill. foi máxima, também, na época quente do ano, principalmente em seu início (mês de novembro), que corresponde à primavera (POGGIANI & MONTEIRO, 1990).

Em florestas naturais, espécies subtropicais de eucaliptos do leste da Austrália também apresentam maior deposição foliar na época quente e chuvosa (verão e épocas associadas da primavera e do outono), mesmo em clima sub-úmido (WEBB et al., 1969; FREDERICK et al., 1985a,b; LAMB, 1985; BURROWS & BURROWS, 1992; THOMAS et al., 1992). A deposição de folhas e a brotação tendem a ocorrer simultaneamente, e suas respostas aos fatores ambientais podem ser na mesma direção, como no caso de temperaturas baixas, ou diferente, como no caso de déficit hídrico (SPECHT & BOUWER, 1975; POOK, 1984).

Tanto em plantações no Brasil, como na área de ocorrência natural, nos Estados Unidos, a deposição de acículas por árvores de espécies de *Pinus* de clima temperado (*P. taeda* L. e *P. elliottii* Engelm. var. *elliottii*) é maior no outono (DELITTI, 1984; GHOLZ et al., 1985; KOHELER, 1989; POGGIANI & MONTEIRO, 1990; HENESSEY et al., 1992). Tal variação estacional, ademais, é generalizada para espécies de regiões temperadas frias (POGGIANI, 1992).

À medida que os estudos de deposição de material orgânico em florestas naturais aprofundam-se, nota-se que as variações sazonais de deposição de folhas prendem-se ao comportamento de grupos de espécies da fitocenose (SANCHEZ & ALVAREZ-SANCHEZ, 1995; BRITEZ et al., 1992; LOWMAN, 1988; THOMAS et al., 1992).

2.3. DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES

A quantidade de nutrientes que chega ao solo, presente no material orgânico decíduo, depende de dois grandes fatores: 1. a produção de folheto, a qual é influenciada por várias causas, conforme visto anteriormente; e 2. as concentrações de nutrientes do folheto, também sujeitas a muitas influências.

As folhas constituem, em peso, a principal fração do material orgânico decíduo; ademais, elas são ricas em nutrientes (em comparação a outras frações) e muito sensíveis às mudanças do ambiente. Por estes motivos, nos estudos sobre produção de material decíduo e seus nutrientes, muitas vezes as comparações entre ecossistemas são feitas, unicamente, através da fração foliar.

Informações de várias fontes (CARPANEZZI, 1980; TURNER & LAMBERT, 1983; KOEHLER et al., 1987; SILVA JUNIOR et al., 1987; NADKARNI & MATELSON, 1992; MO et al., 1995) permitem estabelecer, comparativamente, os traços gerais das concentrações de nutrientes das frações do material orgânico decíduo. As folhas constituem a fração mais rica, considerando a somatória dos nutrientes; as concentrações seguem a ordem $N \geq Ca > K \geq Mg > P$, a qual estende-se ao total do material orgânico decíduo. As partes vegetais reprodutivas podem apresentar concentrações elevadas de P e, muitas vezes, também de N e K, mas seus valores de Ca geralmente são baixos. Os gravetos formam, geralmente, a fração mais pobre em nutrientes, embora a concentração de Ca tenha valores consideráveis. As cascas, enquanto vivas, apresentam concentrações de Ca próximas ou superiores às das folhas. Todavia, as concentrações de nutrientes das cascas, como frações individualizadas do material orgânico decíduo, não são bem conhecidas. A

fração miscelânea, que compreende materiais não enquadrados em outras frações, em um determinado estudo, tem composição variável. Ela pode ser muito rica em todos os nutrientes quando partes reprodutivas das plantas e partes animais, inclusive dejetos, estão presentes.

As concentrações de nutrientes na fração foliar do material orgânico decíduo podem variar entre espécies em um mesmo solo (GARRIDO & POGGIANI, 1981/82; NOVAIS & POGGIANI, 1983; MONTAGNINI et al., 1993; BRITEZ, 1994) e entre indivíduos vizinhos de uma mesma espécie (Thompson et al., 1992 citado por BRITEZ, 1994).

VITOUSEK & SANFORD JR. (1986) revisaram as etapas da ciclagem de nutrientes em florestas úmidas, com atenção especial à sua relação com a fertilidade dos solos. Segundo os autores, as concentrações dos principais nutrientes nas folhas verdes são significativamente superiores nos solos mais férteis; ademais, as concentrações nas folhas verdes são positivamente correlacionadas com as concentrações de outras partes da planta. Todavia, a relação entre fertilidade do solo e concentrações de nutrientes em folhas decíduas é obscurecida por modificações decorrentes de lavagem foliar e de redistribuição pré-senescência. Os autores estabeleceram quocientes entre pesos secos do folheto e do seu conteúdo de nutrientes, para três grandes grupos de solos tropicais, de fertilidade decrescente. Segundo VITOUSEK (1984), tais quocientes podem ser considerados como indicadores de eficiência de uso de nutrientes - EUN, e devem ser usados principalmente para N, P e Ca, que são menos afetados pela precipitação interna. No âmbito das florestas tropicais úmidas, os valores de EUN são menores (indicando eficiência baixa) quanto mais

férteis são os solos.

A aplicação de fertilizantes pode elevar as concentrações de nutrientes no folheto. Como exemplo, em um talhão de *Pinus radiata* D. Don em solo arenoso, no sudeste da Austrália, a aplicação maciça de fertilizantes aumentou o peso de material orgânico decíduo e suas concentrações de N e P (THEODOROU & BOWEN, 1990). CARPANEZZI (1980) relaciona outros exemplos, ressaltando que as alterações da fertilidade do solo tendem a ser mais intensa sobre a produção do folheto do que sobre suas concentrações de nutrientes.

No Brasil, vários autores têm usado a somatória das massas de nutrientes contidos no folheto como um índice comparativo entre ecossistemas. A análise de ecossistemas naturais brasileiros apresentada por BRITEZ (1994) continua correta, mesmo com a introdução de algumas fontes de dados novas, como POGGIANI & MONTEIRO JR. (1990). As matas mesófilas apresentam somatórias entre 355 kg até mais de 559 kg; as florestas amazônicas, de 119 kg a 261 kg; os cerrados, de 30 kg a 119 kg; as florestas atlânticas, de 79 kg a 247 kg; e as restingas, de 77 kg a 181 kg.

A redistribuição de nutrientes antes da abscisão e a lavagem das copas são processos importantes que afetam a qualidade do material orgânico decíduo.

A redistribuição refere-se ao deslocamento de nutrientes de tecidos velhos para tecidos novos da planta, dentro dos processos normais do metabolismo. A redistribuição ocorre, por exemplo, de folhas senescentes para folhas novas, ou do cerne para o alburno. Ela é mais importante para elementos

de alta mobilidade na planta, como N, P e K, e menos importante para Ca (com exceções, como em cascas decíduas de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*, segundo TURNER & LAMBERT, 1983) e S; as opiniões sobre o comportamento de Mg são conflitantes. Valores de redistribuição são calculados de várias maneiras (TURNER & LAMBERT, 1983; POGGIANI, 1985; VITOUSEK & SANFORD JR. , 1986; VETTORAZZO et al., 1993; LODHIYAL et al., 1995b) mas conduzem à valores expressivos para a economia de nutrientes do ecossistema, principalmente em sua idade adulta (FERREIRA et al., 1993; VETTORAZO et al., 1993). A intensidade da redistribuição varia em razão de motivos como espécies, comunidades e estado nutricional das plantas (COLE & RAPP, 1981; VITOUSEK & SANFORD JR. , 1986; VETTORAZO et al., 1993; LODHIYAL et al., 1995b).

A precipitação interna e o escoamento pelo tronco também transferem nutrientes da vegetação para o solo; o escoamento representa, no valor anual de transporte de nutrientes, uma porcentagem sempre inferior a 10% da precipitação interna. Dados de COLE & RAPP (1981), BRASSEL & SINCLAIR (1983), VITOUSEK & SANFORD JR. (1986), ARCOVA & DE CICCIO (1987), PROCTOR (1987) e GAMA & CALHEIROS (1991) demonstram que, comparativamente, a precipitação interna é o principal meio de transferência de K das copas para o piso florestal, e o material orgânico decíduo é a principal via para a transferência de N, P, Ca e Mg. O arraste de N das plantas, pela precipitação interna, é muito baixo, senão nulo, esteja o elemento em forma orgânica ou inorgânica (PROCTOR, 1987; GAMA & CALHEIROS, 1991).

A mensuração do arraste de nutrientes das copas pela precipitação interna requer o conhecimento das quantidades de nutrientes presentes na água

da chuva ("precipitação efetiva"). Esta entrada de nutrientes no ecossistema tem sido encarada, recentemente, como crucial para proporcionar a sustentabilidade da exploração de recursos florestais em solos pobres (exemplo: MO et al., 1995). Com base em diversos autores, STEWART & KELLMAN (1982) apresentaram médias anuais e desvio-padrão para regiões tropicais, em kg/ha: $N = 32,5 \pm 25,3$; $P = 0,41 \pm 0,31$; $K = 7,6 \pm 6,2$; $Ca = 12,2 \pm 9,9$; $Mg = 6,4 \pm 3,5$. Outros dados são apresentados por BRASSEL & SINCLAIR (1983), POGGIANI (1985), VITOUSEK & SANFORD JR. (1986), ARCOVA & CICCIO (1987), PROCTOR (1987), GAMA & CALHEIROS (1991), LEITÃO FILHO (1993), BRITEZ (1994) e FERREIRA et al. (1996). A proximidade de fontes emissoras de nutrientes, como regiões industriais, queimadas em plantações de cana-de-açúcar, ou o mar, afeta de modo direcionado os valores.

Segundo STEWART & KELLMAN (1982), as entradas de nutrientes nos ecossistemas florestais via atmosfera, medidas na precipitação efetiva, geralmente subestimam as entradas na forma de aerossóis, de medição difícil. Estimativas sugerem que, para certos nutrientes, os aerossóis podem contribuir com quantidades equivalentes às proporcionadas pela precipitação efetiva, principalmente em talhões de coníferas, cujas copas são mais eficientes em sua retenção.

Espécies pioneiras são responsáveis pela transferência de grande parte dos nutrientes disponíveis no solo para a biomassa, o que constitui um mecanismo básico do ecossistema para a conservação do seu estoque de nutrientes (GÓMEZ-POMPA & VÁZQUEZ-YANES, 1981). Os grupos sucessionais desenvolvem estratégias diferenciadas de alocação de biomassa e

de nutrientes, como adaptação à dinâmica do ecossistema (SHUKLA & RAMAKRISHNAN, 1984). Assim, comparativamente às espécies de fases avançadas da sucessão secundária, espécies de seu início aliam crescimento rápido, copa ampla, raízes superficiais e difusas, e eficiência nutricional elevada, que permitem reter, eficientemente, nutrientes disponíveis após distúrbios (SHUKLA & RAMAKRISHNAN, 1984; GONÇALVES et al., 1992). Como consequência, em regiões tropicais, as quantidades de nutrientes das florestas maduras, depositadas via folheto, são alcançadas rapidamente pelas florestas secundárias, com exceção do nitrogênio (DANTAS & PHILLIPSON, 1989).

Florestas secundárias tropicais jovens caracterizam-se por apresentar valores de EUN para N, Ca e, principalmente, P menores que os de florestas maduras, por várias causas possíveis, entre elas a disponibilidade de nutrientes, no solo, ser maior que em florestas maduras (BROWN & LUGO, 1990).

2.4. DEPOSIÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO E NUTRIENTES POR ESPÉCIES PIONEIRAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO

A capacidade alta de produção de folheto por formações pioneiras pode ser avaliada na menção de GÓMEZ-PAMPA & VÁZQUES-YANEZ (1981): florestas secundárias tropicais de 6 anos a 14 anos na América Central, dominadas por *Cecropia*, produzem-no tanto quanto a floresta tropical úmida madura.

O arbusto *Ceanothus velutinus* e a árvore *Alnus rubra* Bong. são espécies pioneiras nativas do noroeste dos Estados Unidos e fixadoras de N₂ via simbiose com *Frankia*. ZAVITKOVSKI & NEWTON (1968, 1971) constataram que

elas apresentam produção de folheto bem superior às espécies não pioneiras. Os autores, em 1971, formularam a hipótese que a capacidade das duas espécies produzirem grandes quantidades de folheto, rico em nitrogênio, mesmo sob condições ambientais desfavoráveis, está ligada à capacidade de fixar N_2 da atmosfera.

Comparações da deposição de folheto entre formações lenhosas pioneiras, fixadoras versus não fixadoras, não podem ser feitas, ainda hoje, por falta de resultados experimentais. Todavia, o comportamento de vegetações pioneiras fixadoras, em relação a não pioneiras não fixadoras, permite algumas conclusões. Enquanto não decrépitas, formações naturais ou plantações dominadas por espécies pioneiras fixadoras de N_2 revelam deposições anuais de material orgânico e de nitrogênio superiores (TURNER et al., 1976; POGGIANI & MONTEIRO, 1990; BINKLEY et al., 1984, 1992). Espécies pioneiras fixadoras têm vida curta, embora variável, e a idade, que pode ser relacionada ao vigor individual ou à fase de desenvolvimento da floresta, influi muito nas quantidades depositadas (TURNER et al., 1976; ZAVITKOVSKI & NEWTON, 1968, 1971; POGGIANI & MONTEIRO, 1990). As quantidades de nitrogênio depositadas pelas espécies fixadoras resultam, em boa parte, de sua maior concentração nos tecidos decíduos, comparativamente às espécies não fixadoras (BINKLEY et al., 1984; POGGIANI & MONTEIRO, 1990).

Espécies pioneiras fixadoras de N_2 são marcantes em muitos ecossistemas com incêndios recorrentes em todo o mundo; do ponto de vista da nutrição mineral, vários motivos concorrem para isto, teoricamente. A perda de N por volatilização, durante as queimadas, não é compensada, de

modo suficiente, pelas adições atmosféricas, o que favorece a recolonização por espécies fixadoras em ecossistemas pobres em N ou sujeitos a incêndios freqüentes (KLOCK & GRIER, 1979; VITOUSEK & WHITE, 1981). De outro lado, o fogo mineraliza P ao mesmo tempo que volatiliza N, o que favorece a fixação, a qual declina quando a relação N:P aumenta, permitindo o crescimento de espécies não fixadoras (VITOUSEK & WHITE, 1981; PEET, 1992). Visto por outro ângulo, o aumento de N no solo, provocado pela fixação, termina por causar sua inibição (FRANCO & SOUTO, 1984; CARLYLE, 1986); por exemplo, a capacidade de fixação de N₂ por *Ceanothus velutinus* decresce com o aumento da fertilidade do solo (ZAVITKOVSKI & NEWTON, 1968). Todavia, há resultados contraditórios, onde a fixação mantém-se elevada mesmo em solos ricos em nitrogênio (BORMANN & DE BELL, 1981; BINKLEY et al., 1992).

Em florestas maduras pouco perturbadas por incêndios, a fixação simbiótica de N₂ com a participação de fanerógamas não tem importância, mas podem ocorrer outras formas de fixação de N₂ da atmosfera (GORHAM et al., 1979; REINERS, 1981; CARLYLE, 1986). Poucos valores anuais de fixação destas florestas foram determinados, e referem-se principalmente a climas temperados frios, onde parecem não ultrapassar 12 kg/ha (REINERS, 1981; CARLYLE, 1986). Paralelamente, a ciclagem interna de nutrientes do ecossistema, e a precipitação de adições atmosféricas, aumentam de importância à medida que uma floresta qualquer progride na sucessão secundária; o solo mineral é substituído pela serrapilheira, como principal zona de absorção de nutrientes (CARLYLE, 1986). Em florestas maduras, portanto, podem ocorrer, juntas, deposição anual muito elevada de nitrogênio pelo folheto, e importância

baixa de espécies arbóreas fixadoras por simbiose com *Rhizobium*, como exemplificadas em PAGANO (1985).

Em florestas jovens dominadas por espécies fixadoras de N_2 , a quantidade de nitrogênio que é originária da fixação simbiótica é, ainda, um assunto pouco esclarecido. Isto decorre da dificuldade de separar as contribuições de cada fonte potencial do nutriente (redistribuição, solo, fixação biológica, adição atmosférica) e acompanhar suas variações com a idade.

Fontes da década passada (DAVEY & WOLLUM, 1984; CARLYLE, 1986) apontavam que espécies simbiontes com *Frankia*, cujos gêneros mais conhecidos são *Alnus*, *Ceanothus*, *Myrica* e *Casuarina*, tinham valores de fixação de N_2 atmosférico maiores que as leguminosas. Em concordância, ADDAMS & ATTIWILL (1984a) relataram como baixa a capacidade de fixação de espécies de *Acacia* na Austrália, em comparação com *Alnus rubra*. Todavia, os autores notaram que as investigações com *Acacia* tinham sido realizadas em locais algo secos e pouco férteis, onde as plantas de *Acacia* não formavam povoamentos densos nem dominavam totalmente o ecossistema pioneiro.

Dados sintetizados por PEOPLES et al. (1995), sobre plantios para produção, comerciais ou experimentais, são mais favoráveis às leguminosas. *Casuarina equisetifolia* J.R. et Forst. apresenta valores da proporção de nitrogênio fixado sempre altos, 65% a 90%. Árvores e arbustos das leguminosas têm resultados variáveis, 0% a 100%, mas em geral acima de 40%, sendo os valores obtidos em experimentos sempre maiores que os de plantações. Quantidades anuais de fixação de nitrogênio, obtidas principalmente em experimentos agroflorestais, apontam valores anuais máximos para *Casuarina*

equisetifolia (até 440 kg/ha) e para *Gliricidia sepium* (Jack.) Steud. (até 309 kg/ha).

Várias quantificações da fixação simbiótica de N₂ atmosférico foram realizadas na Austrália, onde povoamentos densos de *Acacia* spp. constituem ecossistemas pioneiros importantes.

ADAMS & ATTIWILL (1984b) estimaram em 12-32 kg/ha a fixação por povoamento denso de *Acacia dealbata*, em floresta de *Eucalyptus regnans* F. Muell. em regeneração pós-fogo, na idade entre 1 ano e 2 anos. No local ocorrem, associadas, em menor número, duas outras acácias.

KOCH et al. (1987) verificaram, em área de mineração de bauxita em recuperação, aos 5,5 anos e com mais de 15.000 plantas/ha de *Acacia* spp., o acúmulo líquido de 1.138 kg/ha de nitrogênio. Isto conduz à média anual de 207 kg/ha de nitrogênio fixado, superando o maior valor anterior registrado para a Austrália, de 12-32 kg/ha. Na implantação foram aplicados, por hectare, 80 kg e 150 kg de N e P, respectivamente. Embora elevado, o valor anual de 207 kg/ha é próximo ao valor anual de 200 kg/ha durante 30 anos, em plantação de *Acacia molissima* Willd. na África do Sul, conforme Orchard & Darby (1956) citado pelos autores.

Em florestas manejadas de *Eucalyptus marginata*, HANSEN et al. (1988) apontam que condições ótimas de densidade e umidade do solo possibilitaram fixação anual de nitrogênio de 10 kg/ha por espécies de *Acacia* do sub-bosque, ao longo de seis anos após incêndio. Mais de 90% da fixação verificada no período de seis anos após incêndios ocorreu nos primeiros quatro

anos. Foi constatado que a adição de P pode aumentar substancialmente o valor da fixação.

Ultimamente, as pesquisas de campo sobre fixação simbiótica de N_2 por espécies florestais têm utilizado métodos baseados no isótopo ^{15}N , que comportam duas variantes, a da diluição (mais empregada) e a da abundância natural; detalhes podem ser apreciados em GILLER & WILSON (1991). No método de diluição ^{15}N , como regra, as parcelas úteis são pequenas, quase sempre inferiores a 10 m², instaladas fora das plantações, e as avaliações concentram-se em idades jovens, comumente até dois anos. Em qualquer variante, os resultados são expressos como porcentagem de nitrogênio derivado da fixação de N_2 - PNDFA, ou como total de nitrogênio derivado da fixação de N_2 - TNDFA (medido em kg/ha). Alguns exemplos são apresentados a seguir, ressaltando-se que trata-se de metodologia em desenvolvimento e, portanto, os resultados podem ser pouco acurados, como indicam PARROTA et al. (1996).

BAKER & MONTAGNINI (1995) constataram, para a leguminosa neotropical *Stryphnodendrum microstachyum* Poepp. et Endl, valores de PNDFA de 61% e 52%, aos 18 meses e 22 meses, respectivamente. PARROTA et al. (1996) verificaram que, entre 1 ano e 3,5 anos após estabelecimento em campo, o valor de PNDFA em *Casuarina equisetifolia* permaneceu relativamente constante entre 50% e 60%, enquanto em *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit declinou de quase 100% a 1 ano para menos de 40% aos 3,5 anos. Os valores acumulados de TNDFA, estimados aos 3,5 anos, foram muito próximos entre as duas espécies (médias anuais de 72 kg/ha e 73 kg/ha). Para ambas, não ocorreu declínio, com o aumento da idade, da quantidade de N_2 fixada anualmente.

Estudos quantitativos sobre a fixação de nitrogênio em florestas naturais ou plantações comerciais, baseados no isótopo ^{15}N , são menos comuns. No Canadá, no interior de talhão dominado por regeneração natural de *Pinus contorta* Dougl. após incêndio, MEAD & PRESTON (1992) verificaram PNDFa muito alto (94% a 99%) para *Alnus sinuata* (Reg.) Rydb., entre 13 anos e 21 anos de idade do talhão. A estimativa pioneira em condições de plantação parece ser a relatada por GALIANA et al. (1996). Os autores determinaram valores de PNDFa em plantações de *Acacia mangium* Willd. na Costa do Marfim, aos 19 meses, comparando duas estirpes de *Bradyrhizobium*, de eficiências consideradas opostas. Os valores de PNDFa variaram entre 20% e 90%, em função dos blocos ou das estirpes, e foram inversamente proporcionais à fertilidade dos solos dos blocos.

A quantidade fixada de nitrogênio e a quantidade de nitrogênio depositada via folheto não têm, entre si, uma relação que possa ser prevista. Em povoamentos pioneiros de *Ceanothus velutinus*, de 6 anos a 15 anos, a deposição anual de nitrogênio pelo folheto situou-se em torno de 100 kg/ha, mas a fixação anual variou de zero a 20 kg/ha (ZAVITKOVSKI & NEWTON, 1968). No norte da Índia, em cinco povoamentos de *Alnus nepalensis* D. Don, com idades de 7 anos a 56 anos, a deposição de N cresceu ligeiramente com a idade, ao passo que a fixação biológica variou de modo inverso e com mais intensidade. As quantidades anuais de deposição e fixação foram, respectivamente: 195 kg e 117 kg/ha aos 7 anos; 248 kg e 29 kg/ha aos 56 anos (SHARMA, 1993). No noroeste dos Estados Unidos, BINKLEY et al. (1992) investigaram talhões mistos, de 55 anos de idade, de *Alnus rubra* e da conífera *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.)

Franco, em dois locais. Para N foram verificadas quantidades anuais, por hectare, de deposição pelo folheto e de fixação simbiótica, respectivamente, de 38 kg e 75 kg no sítio mais pobre, e de 77 kg e 85 kg no sítio mais rico.

Quanto ao N, segundo VITOUSEK (1982), os ecossistemas temperados dominados por espécies fixadoras de N₂ caracterizam-se pelos valores mais baixos de eficiência de uso de nutrientes - EUN, entre 40 e 60. Florestas tropicais úmidas e florestas temperadas decíduas ricas em N também têm valores de EUN baixos. Florestas temperadas de coníferas têm valores no outro extremo, até 280.

Os benefícios da deposição de material orgânico decíduo proporcionado por espécies fixadoras de nitrogênio são variáveis. Segundo ZAVITKOVSKI & NEWTON (1968), nitrogênio em si e sua origem podem ter pouca importância na sucessão em povoamentos de *Ceanothus velutinus* em solos ricos neste elemento. No caso, a formação de uma camada orgânica nova, rica em N e outros nutrientes, é mais relevante. De outro lado, BINKLEY (1992) aponta que a presença de plantas fixadoras de N₂, geralmente, aumenta a absorção e a deposição de todos os nutrientes. A produção abundante de folheto rico em nitrogênio também é valorizada, como fertilização, no âmbito de sistemas agroflorestais (SANCHEZ & PALM, 1996).

2.5. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DA BRACATINGA

A bracatinga, *Mimosa scabrella* Bentham, Mimosaceae, é nativa exclusivamente do Brasil, em áreas ocupadas originalmente pela Floresta Ombrófila Mista Montana e Altomontana senso VELOSO et al. (1991), que

corresponde à Floresta com *Araucaria angustifolia* senso MAACK (1968). EMBRAPA (1988) reconhece uma área principal de ocorrência da bracatinga, contínua ao sul de 23°50'S, e outra ao norte, descontínua e sempre acima de 900 m de altitude, com limite em torno de 21°30'S. Na área sul, o clima predominante é Cfb pelo sistema de Koeppen (temperado chuvoso constantemente úmido); as geadas são freqüentes, e a mínima absoluta registrada é -12°C, em Caçador-SC e São Joaquim-SC.

A bracatinga é uma espécie heliófila, comum em associações secundárias, onde não raro forma agrupamentos densos e quase puros, mas rara no interior de florestas maduras bem conservadas (BURKART, 1979; KLEIN, 1981). Clareiras no interior de florestas maduras, causadas pela extração seletiva de madeiras valiosas ou pela queda de árvores em tempestades, redundam em grupos de árvores de bracatinga, *Piptocarpha angustifolia* Dusen, *Vernonia discolor* Less. e *Ocotea puberula* (Nees et Martius) Nees (KLEIN & HATSCHBACH, 1970/1971; KLEIN, 1981).

A vida da bracatinga é relativamente curta, admitindo-se que a duração individual máxima não ultrapasse 30 anos, em sua área de ocorrência natural (EMBRAPA, 1988). Em povoamentos naturais, suas árvores atingem mais de 20 m de altura e diâmetro na altura do peito de, aproximadamente, 40 cm (BURKART, 1979). A espécie comporta duas variedades: *M. scabrella* Bentham var. *scabrella*, e *M. scabrella* Bentham var. *aspericarpa* (Hoehne) Burkart. As variedades diferem na fenologia, quanto aos frutos e na cor da folhagem; ambas podem ser cultivadas comercialmente, e as populações naturais da var. *aspericarpa* ainda não foram localizadas (CARPANEZZI & CARPANEZZI, 1992).

O gênero *Mimosa* conta com poucas espécies que são árvores típicas, isto é, com um tronco só, podendo-se apontar *M. schomburgkii* Benthham, nativa dos trópicos úmidos americanos, e a bracatinga (BARNEBY, 1991). No sul do Brasil, as espécies de *Mimosa* que dão plantas maiores são a bracatinga e *M. bimucronata* (DC) O. Kuntze, a qual pode apresentar-se como árvore ou arbusto arborescente, de até 8 m de altura (BURKART, 1979).

O potencial produtivo da bracatinga para lenha fez com que, já em 1909, houvesse interesse por seu cultivo, tornando-se a cidade de Curitiba-PR e seus arredores o principal polo, logo havendo difusão para outros estados (MARTINS, 1944). Progressivamente, seu cultivo foi difundido para outros países, como árvore de uso múltiplo (STANDLEY & STEYERMARK, 1946; PICADO, 1985; CENTRO ... 1990; NYANG et al., 1994).

No sul do Brasil, o sistema de cultivo predominante para a bracatinga é o sistema agroflorestal tradicional, cuja descrição detalhada pode ser encontrada em BAGGIO et al. (1986) e EMBRAPA (1988). Alguns pontos importantes do sistema são: 1. em áreas novas, a implantação do bracingal é por semeadura em covas, no campo; 2. a produção agrícola intercalar é restrita ao primeiro semestre de cada rotação; 3. a rotação usual é de 7 anos, e 4. a regeneração do bracingal dá-se pela germinação de sementes presentes no solo, estimulada pela queima dos resíduos da exploração florestal por corte raso. MESA ... (1981) manifesta a preocupação, restrita à primeira rotação, de que o banco de sementes do solo não esteja suficientemente enterrado para impedir a destruição das sementes pela queimada, e sugere atrasar o corte.

No âmbito da agrossilvicultura, o sistema agroflorestal tradicional de cultivo da bracatinga pode ser classificado, quanto à distribuição dos componentes no tempo, como seqüencial. Segundo SANCHEZ & PALM (1996), sistemas seqüenciais são aqueles em que os valores máximos de crescimento de culturas agrícolas e das árvores ocorrem em tempos diferentes, mesmo que ambos os componentes sejam plantados ao mesmo tempo e próximos entre si. Quanto aos objetivos da produção, o sistema caracteriza-se como intermediário: os cultivos agrícolas destinam-se, grandemente, para auto-consumo humano e animal na propriedade, enquanto a produção florestal é comercializada (CARPANEZZI, 1994). Sendo uma variação da agricultura migratória (CARPANEZZI, 1994; SANCHEZ & PALM, 1996), o sistema tradicional está sujeito aos mesmos problemas de empobrecimento nutricional dos sítios, como os decorrentes das queimadas periódicas, cujos efeitos sobre a produtividade florestal podem ser apreciados em POGGIANI et al. (1983). O nutriente N é uma exceção, devido à simbiose bracatinga - *Rhizobium*, embora inexistam dados sobre quantidades fixadas.

O balanço de nutrientes no sistema agroflorestal tradicional tende a diminuir, progressivamente, a qualidade do sítio. Há exportações de nutrientes via produtos lenhosos, culturas agrícolas, queimadas de resíduos de exploração e arraste das cinzas pelas chuvas (os terrenos são íngremes); a adubação é pouco praticada e restringe-se às culturas agrícolas (EMBRAPA, 1988). A situação é agravada pelo tempo de uso da terra, pois o número de rotações já realizadas num terreno multiplica as exportações. Como exemplo, numa amostragem em Bocaiúva do Sul-PR, em 1987, verificou-se que 46% dos

bracatingais já haviam sofrido ao menos dois cortes (LAURENT et al., 1990).

BAGGIO (1994) e BAGGIO & CARPANEZZI (1995) apresentam dados de biomassa e mineralomassa da parte aérea de cinco bracatingais em idade de corte. As seguintes quantidades médias de nutrientes são exportadas pela lenha, em kg/ha: N=314; P=7; K=212; Ca=103; Mg=35; S=28. Os resíduos de exploração (incluindo a serrapilheira acumulada durante a rotação, com 16 t/ha) proporcionam uma massa combustível média de 41 t/ha, contendo, em kg/ha: N=494; P=18; K=150; Ca=116; Mg=68; S=22. As produtividades médias regionais de milho e feijão no sistema agroflorestal tradicional estimadas por CARPANEZZI (1994), associadas a concentrações de nutrientes (Rivail Lourenço, comunicação pessoal), levam às seguintes exportações, em kg/ha: N=14; P=1,5; K=2; Ca=0,5; Mg=0,5.

EMBRAPA (1988) fornece informações sobre sementes de bracatinga. Elas apresentam dormência tegumentar, superada em laboratório por imersão em água a 80°C fora do aquecimento, ou em ácido sulfúrico puro (densidade = 1,84 g/cm³) durante quatro minutos. Na natureza, o aquecimento do solo em locais abertos e, principalmente incêndios, são mecanismos de superação da dormência. As sementes são ovais, medem 3 mm a 6 mm de comprimento, e os pesos individuais médios para as variedades típica e *aspericarpa* são, respectivamente, 15 mg e 22 mg.

A produção de sementes de bracatinga pode iniciar-se no primeiro ano, em árvores vigorosas, mas ocorre, comumente, a partir de três anos de idade, sempre em árvores bem ensolaradas, com dispersão no início do verão (EMBRAPA, 1988). Em talhões do sistema tradicional, informações de

proprietários rurais brasileiros indicam a idade de três anos como início de floração (MARTINS, 1944). Na América Central, em plantações, a primeira floração ocorre entre 18 meses e 24 meses de idade (CENTRO ..., 1986). Problemas climáticos, como geadas (a floração ocorre no inverno), podem causar redução acentuada na produção de sementes (SEMINÁRIO ..., 1990). A existência de um banco permanente de sementes é aceita de modo generalizado, devido à exuberância da regeneração após queimadas (MARTINS, 1944; MESA ..., 1981; SEMINÁRIO ..., 1990).

CARNEIRO et al. (1982) realizaram estudos pioneiros sobre banco de sementes de bracatinga no solo. Amostras de solo mineral de 2 cm de espessura foram coletadas sob copas de cinco árvores, até 8 cm de profundidade, em Itararé-SP. As sementes foram extraídas por peneiramento e colocadas para germinar, sem tratamento prévio para superação de dormência; foram obtidas em média 88 sementes viáveis/m², sendo 38/m² entre 4 cm e 8 cm de profundidade. Em outro experimento, em casa de vegetação e em terra de viveiro, verificou-se que a capacidade de emergência decresceu com a profundidade de enterramento.

ROTH (1982) verificou a influência de um incêndio simulado sobre a quebra de dormência de sementes de bracatinga em profundidades diferentes no solo, até 8 cm; a germinação foi avaliada em laboratório. Nas condições do experimento, as sementes até 2 cm de profundidade morreram, associadas à temperaturas superiores a 100°C. Sementes nas camadas inferiores germinaram em percentagens muito próximas entre si, e superiores à testemunha, associadas à temperaturas máximas desde 80°C (camada 2 cm a 4 cm) até 38°C (camada 6

cm a 8 cm). O solo foi descrito como arenoso e seco; o material combustível não foi quantificado, sendo composto por lenha fina, folhas verdes e secas e grama, atingindo cerca de 30 cm de altura.

Nos bracatingais do sistema tradicional, a distribuição de resíduos de exploração (incluindo serrapilheira) é desuniforme espacialmente, o que conduz à variação espacial da intensidade do fogo. Uma avaliação indicou, para cada talhão, a proporção 25:10 como típica entre valores máximos e valores mínimos de biomassa de resíduos, em parcelas de 10m² (BAGGIO, 1994).

Após a queima dos resíduos, emergem do banco, além da bracatinga, espécies de ervas e arbustos próprias de áreas agrícolas ou das “capoeirinhas” (estádio inicial da sucessão secundária local, dominado por asteráceas), bem como há rebrotações de espécies arbóreas (KLEIN, 1962; CARPANEZZI, 1994). Caso não haja capinas, a bracatinga pode ser dominada por outras espécies, invasoras, como *Ambrosia polystachia* D.C. (catirinete) e *Setaria verticillata* (L.) Bauv. (capim-rabudo), sofrendo mortalidade e redução de crescimento acentuadas (CARPANEZZI, 1994). Em suma, a queima de resíduos oriundos do corte raso do bracatingal anterior, sem capinas, possibilita a instalação simultânea de outras espécies, e dá origem à uma capoeira mista desde o início, de menores produtividade e valor econômico (CARPANEZZI & AHRENS, 1984).

No sistema agroflorestal tradicional, as capinas para limpeza dos cultivos agrícolas são usadas, também, para reduzir a população de bracatinga, deixando, idealmente, uma planta por metro quadrado na primeira capina, aos 30 dias após a queima. Todavia, na realidade, a densidade da bracatinga logo após as capinas é maior, comumente entre 10 mil e 40 mil plantas/ha, havendo muita

variação entre tamanho das plantas, em cada local (CARPANEZZI & AHRENS, 1984; EMBRAPA, 1988).

Após a fase agrícola, que dura 6 meses a 8 meses, o bracatingal não recebe tratos culturais até o momento da exploração, em torno de sete anos, quando a densidade está reduzida a 2.200 bracatingas/ha $\pm$ 800 plantas (EMBRAPA, 1988). Mesmo com tais densidades da bracatinga, o sub-bosque é bastante diversificado (KLEIN, 1981). Considerando plantas com altura a partir de 2 m, BAGGIO et al. (1995) encontraram, em levantamentos em talhões de 7 anos de idade, na Região Metropolitana de Curitiba, 82 espécies arbóreas, pertencentes a 34 famílias.

Além da produção de lenha, a bracatinga pode ser plantada para outros fins, diretos e indiretos, como: sombreamento de cafezais (em outros países), forragem e recuperação de áreas degradadas.

Na Costa Rica, a bracatinga é apreciada como sombreadora de café, pela contribuição de matéria orgânica e nutrientes ao solo (através de deposição natural e podas) e pela produtividade de lenha em rotações curtas (PICADO, 1985). Em locais de altitudes elevadas, em Ruanda, a bracatinga foi considerada altamente promissora para sistemas agroflorestais, pela produtividade da biomassa foliar e por sua qualidade como forragem para caprinos (NYANG et al., 1994).

Em São Mateus do Sul-PR, em área de mineração de xisto betuminoso, a deposição de folheto e nutrientes em parcelas pequenas de bracatinga, *Eucalyptus viminalis* e *Pinus taeda* foi acompanhada por vários anos (POGGIANI et al., 1987; POGGIANI & MONTEIRO, 1990). A deposição de

folheto da bracatinga mostrou duas fases. Na primeira, de 4 anos a 6 anos de idade, foram verificados valores totais anuais por hectare entre 5 t e 7 t; a seguir houve decréscimo abrupto, com valores estáveis, de 7 a 11 anos, entre 2 t e 3 t. As concentrações de N e P do folheto da bracatinga foram superiores às do eucalipto e do pinheiro. O solo sob a bracatinga foi enriquecido pelo folheto, quanto aos teores de C orgânico e N total, de modo mais intenso que nas parcelas do pinheiro e do eucalipto.

Também em São Mateus do Sul-PR, paralelamente à investigação sobre folheto, a regeneração natural de plantas da região foi avaliada em duas situações: perto e longe de uma fonte de sementes, e em ambas foi maior nas parcelas de bracatinga (POGGIANI & MONTEIRO, 1990; POGGIANI & SIMÕES, 1993). O fato foi atribuído a um conjunto de fatores: sombreamento moderado; serrapilheira espessa e com materiais em graus variados de decomposição; e condições químicas do solo, decorrentes da deposição de folheto. Os dados de deposição de folheto e nutrientes ao longo da idade (POGGIANI & MONTEIRO, 1990) foram obtidos nas parcelas longe da fonte de sementes, e de sub-bosque pobre, comparativamente à outra situação (POGGIANI & SIMÕES, 1993).

EMBRAPA (1988) apresenta, de modo sumário, resultados de produção de folheto, em parcelas experimentais de bracatinga plantadas por mudas em espaçamentos regulares ($1 \text{ m}^2/\text{planta}$ e $3 \text{ m}^2/\text{planta}$), em Colombo-PR, do início do terceiro ano ao fim do quinto ano. Os valores anuais apresentaram tendência de queda, do terceiro ao quinto ano: 8,5 a 6,8 t/ha no espaçamento de 1 m^2 , e de 7,9 a 6,7 t/ha no espaçamento de 3 m^2 . A concentração de N no período anual, nos três anos e nos dois espaçamentos, foi pouco variável,

ficando compreendida entre 2,04% e 2,32%.

A literatura estrangeira é pobre, quanto à deposição de material orgânico e nutrientes por espécies de *Mimosa*.

No norte da Austrália, em área tropical de baixa altitude, LONSDALE (1988b) avaliou a produção de folheto em talhões densos do arbusto neotropical invasor *Mimosa pigra*, por dois anos, encontrando valor anual médio de 7,6 t/ha. A variação estacional foi explicada, em grande parte e de modo direto, pela quantidade de água disponível no solo algumas semanas antes. As frações “material lenhoso” e “material reprodutivo” representaram quotas importantes do total, respectivamente, 23% e 21%. A produção anual de sementes foi de 9.103/m², quase cem vezes maior que as de populações de espécies arbustivas nativas, provavelmente devido à ausência de inimigos naturais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS AMBIENTAIS

A experimentação de campo foi desenvolvida em vários bracingais, situados na parte norte da Região Metropolitana de Curitiba, nos municípios de Colombo, Bocaiúva do Sul e Campina Grande do Sul.

Grosso modo, todos os talhões onde foram feitas investigações de campo ficaram compreendidos em uma área retangular com cerca de 100 km², tendo como eixo maior, por 20 km, a BR-376 (Estrada da Ribeira) (figura 1). As instalações da EMBRAPA-CNPQ, no km 111 da Estrada, correspondem ao limite sul deste retângulo; o ponto central, hipotético, do retângulo corresponde a 25°15'S e 49°10'W. A altitude predominante na região é entre 850 m e 950 m. A vegetação original é classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana, segundo VELOSO et al. (1991). A produção de lenha de bracinga, segundo o sistema tradicional de cultivo, constitui o principal uso da terra na área considerada.

A região do estudo está enquadrada no Primeiro Planalto Paranaense, na parte sul da porção denominada Zona Montanhosa do Açungui (INSTITUTO..., 1987), e seu relevo varia de ondulado a forte ondulado.

O clima regional, pelo sistema de Koeppen, é do tipo Cfb, subtropical úmido sem estação seca, com temperaturas médias do mês mais frio abaixo de 18°C e do mês mais quente abaixo de 22°C. Segundo BRASIL

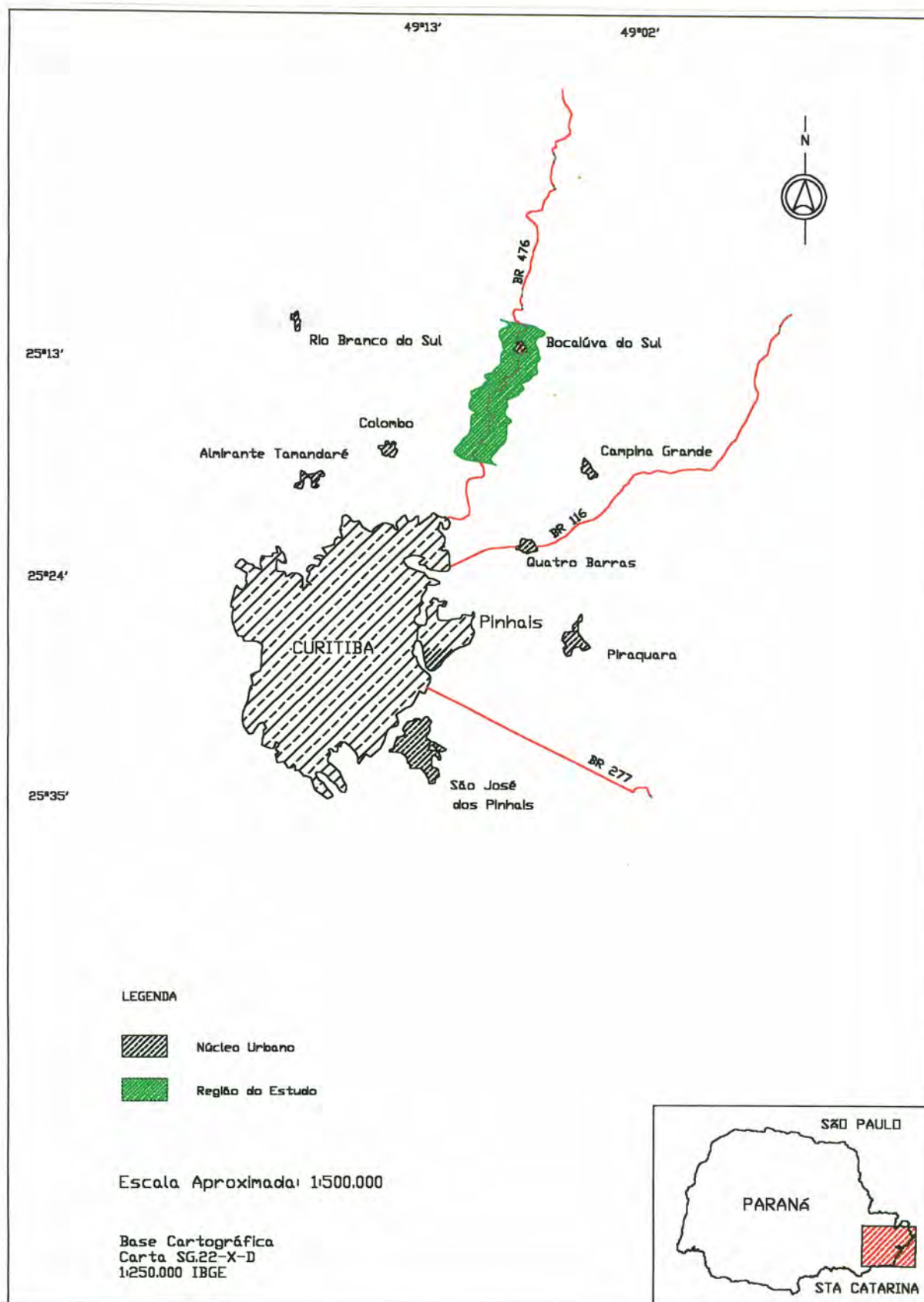


FIGURA 1. Localização geográfica da área experimental.

normais climatológicas no período 1961-1990 para Curitiba, a 20 km de distância do ponto central da área dos estudos, são: temperatura média anual = 16,5°C; temperatura do mês mais quente (fevereiro) = 19,9°C; temperatura do mês mais frio (junho) = 12,2°C; temperatura mínima absoluta = -5,2°C; precipitação média anual = 1.408 mm; precipitação do mês mais seco (agosto) = 75 mm. Ocorrem, em média, seis geadas por ano.

A figura 2 apresenta climatograma baseado em WALTER (1986) para o período 1961-1990, com dados de BRASIL (1992). O período 1991-1993 corresponde à realização da maioria dos experimentos em campo; a figura 3 apresenta seus dados mensais de temperatura e precipitação, coletados no posto meteorológico da EMBRAPA-CNPQ. O ano de 1992, com 1238 mm, foi o que apresentou precipitação mais próxima da normal; o ano de 1991 caracterizou-se por ser mais seco (1066 mm) e o de 1993 mostrou-se mais úmido (1810 mm), principalmente pelo valor de setembro, 420 mm .

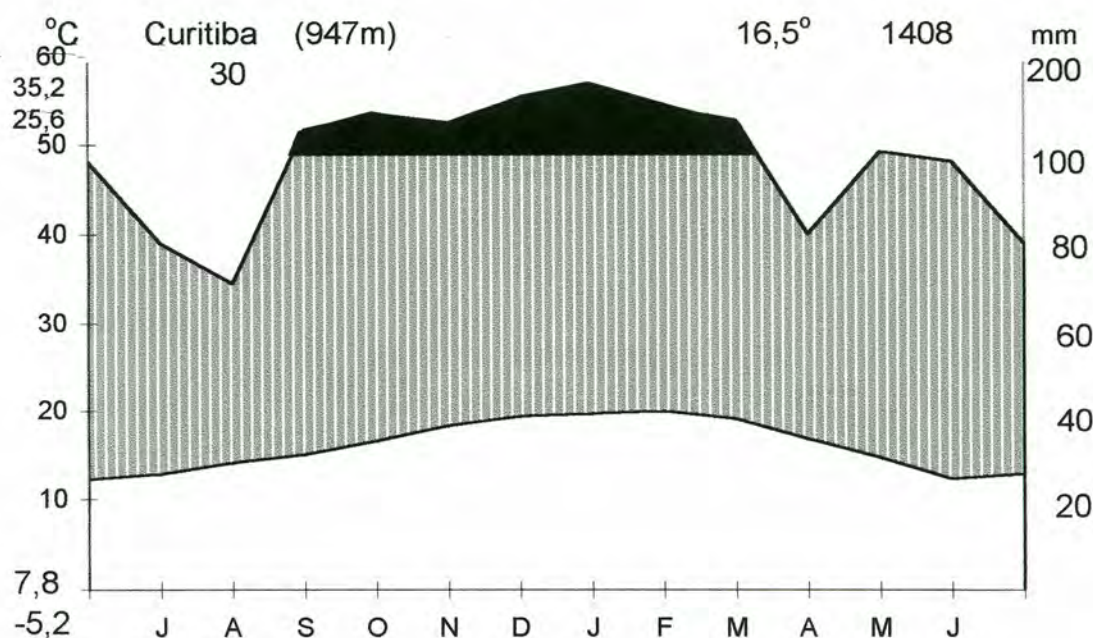


FIGURA 2. Diagrama climático de Curitiba-PR para o período 1961-1990, construído segundo WALTER (1986).  = meses com superávit hídrico;  = meses com superávit hídrico e precipitação mensal acima de 100 mm.

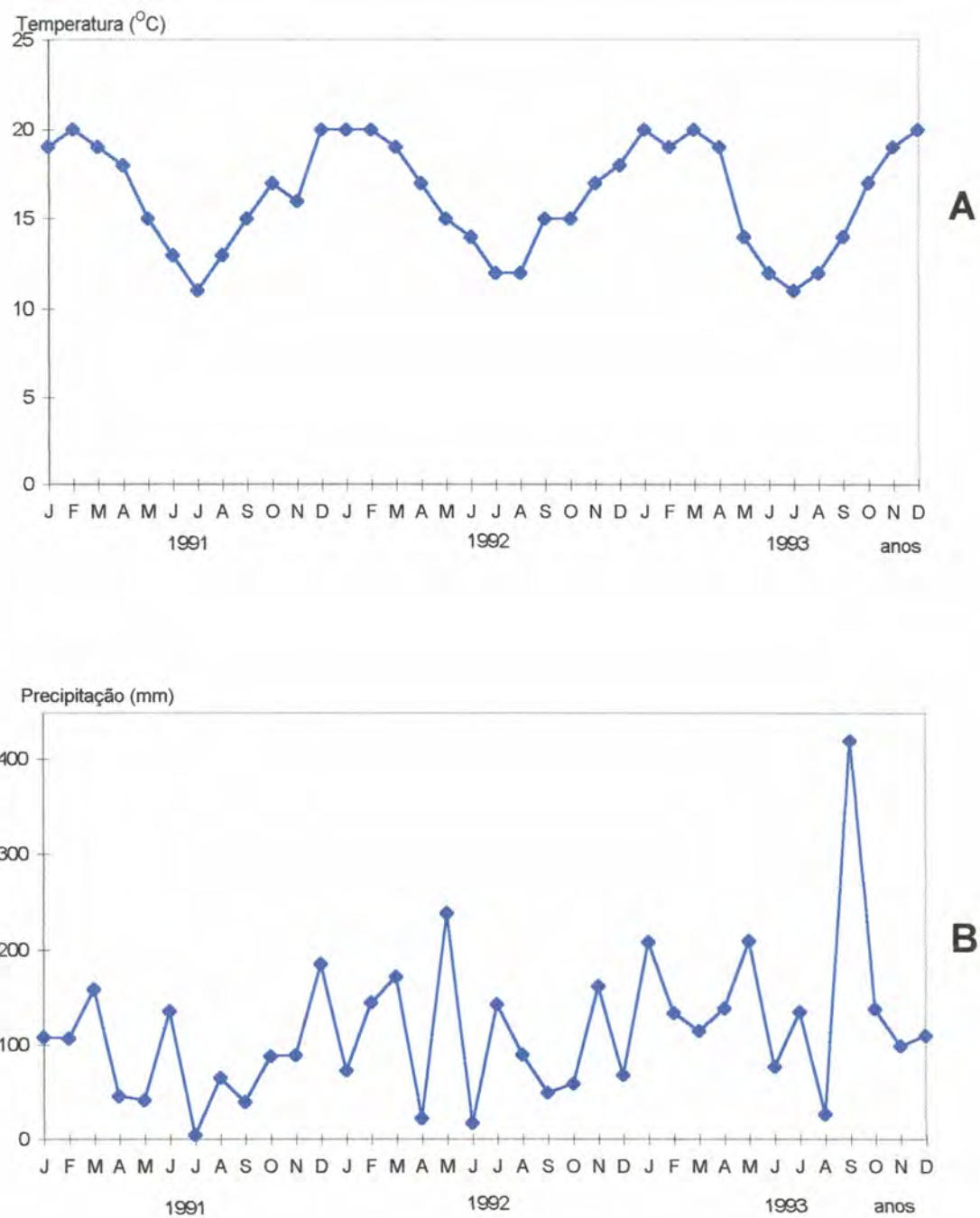


FIGURA 3. Médias mensais de temperatura e precipitação nos anos de 1991, 1992 e 1993, em Colombo-PR (posto meteorológico da EMBRAPA-CNPf). A = temperatura; B = precipitação.

Os solos bem drenados predominantes na região, e também nos

medianamente profundos; em associação, ocorrem solos litólicos, que também podem ter vegetação de bracatingal. Os cambissolos regionais são derivados de vários materiais: migmatitos, filitos, quartzitos e sedimentos pleistocênicos. OLIVEIRA et al. (1992) consideram que os tipos de solos dos talhões são próprios de climas frios e úmidos, e desvantajosos para culturas anuais em larga escala, sendo de melhor proveito para pequenos cultivos de subsistência, fruticultura de clima temperado, pastagens e reflorestamento.

Na região, os ventos predominantes sopram vindos do norte. Na área investigada existe uma indústria de caulim, às margens do rio Capivari, com emissões de particulados, ativa há várias décadas. O talhão experimental mais próximo desta fábrica está a 3 km, em ponto mais alto que o chaminé da indústria, e fora da rota dos ventos predominantes. As indústrias de calcário e de cal do município de Colombo estão distantes dos bracatingais investigados (ao menos 5 km de distância) e a sotavento deles, considerando a direção dos ventos predominantes.

3.2. CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES

Cada assunto, chuva de sementes e banco de sementes, foi estudado em diversos talhões comerciais. Em alguns destes talhões, somente um assunto foi avaliado, por razões operacionais. Como complemento ao estudo de banco, a emergência de plântulas de bracatinga de regeneração natural foi investigada em alguns talhões, após a exploração florestal.

3.2.1. Caracterização dos talhões

As principais características dos talhões comerciais estudados, cada um com superfície entre 2 ha e 6 ha, são fornecidas na tabela 1. A observação das vagens e das sementes de bracatinga permitiu concluir que todos os talhões eram constituídos, principal ou totalmente, pela variedade típica (*Mimosa scabrella* var. *scabrella*).

TABELA 1. Bracatingais pesquisados sobre chuva de sementes e banco de sementes.

TALHÃO		ASSUNTO ESTUDADO						
NOME	DATA DE IMPLANTAÇÃO(*)	CHUVA DE SEMENTES			BANCO DE SEMENTES			
		CÓDIGO DA CHUVA	PERÍODO	IDADE meses	DATA DA COLETA	IDADE meses	OBSERVAÇÕES	CÓDIGO DO BANCO
Coradin Roça - BS	out/90	C 1	dez/92 a mai/94	26 a 43				
Coradin Porteira - BS	out/90	C 2	dez/92 a mai/94	26 a 43	out/94	48		B 2
Coradin Tri - BS	set/89	C 3	dez/92 a mai/94	39 a 56	out/91	25		B 3
	idem				ago/93	47		B 4
Coradin Hexa - BS	out/86	C 5	dez/91 a mai/94	62 a 89	set/91	59		B 5
Rosenente Bi - CB	out/89	C 7	dez/92 a mai/94	38 a 56				
Rosenente Deca - CB	out/81	C 8	dez/91 a mai/93	122 a 138				
Torques Hexa - CB	out/85	C 9	dez/92 a mai/94	86 a 103				
Osório Ombra - CB	out/88	C10	dez/91 a mai/94	36 a 65	jul/93	57		B10
	idem				nov/95	85	AQ	B27
	nov/95				nov/95	3 dias	DQ	B28
Adir Litter - BS	out/86	C11	dez/91 a abr/94	62 a 78	jul/93	81	AQ	B11
Strapasson - CB	out/86	C12	dez/91 a out/94	62 a 84	set/93	83		B12
Coradin Reserva - BS	out/79				set/91	143		B13
Alta Tensão - CB	set/83				set/92	106	AQ/PR	B14
	idem				set/92	106	AQ/MR	B15
	idem				set/92	106	AQ/PR+MR	B16
	out/92				jul/93	8		B17
Roseira - CB	out/92				jul/93	8		B18
Torques Imbuial - CB	set/83				set/91	96	AQ	B19
	nov/91				jul/93	19		B20
Osório Tri - CB	out/86				out/93	84	AQ	B21
	nov/93				nov/93	2 dias	DQ	B22
Adir - BS	set/90				nov/94	50		B23
Andreatta - CGS	set/87				set/95	96	AQ	B24
Rosenente Penta - CB	out/86				ago/95	106	AQ	B25
	out/95				out/95	1 dia	DQ	B26
Wilson - CB	set/85				dez/95	123	AQ	B29
	dez/95				dez/95	1 dia	DQ	B30

BS - município de Bocaiúva do Sul

CB - município de Colombo

CGS - município de Campina Grande do Sul

AQ - antes da queima

DQ - depois da queima

PR - pontos com pouco resíduo da exploração (8 amostras)

MR - idem, muito resíduo (8 amostras)

PR + MR - 16 amostras consideradas em conjunto

Ex - experimento de indução de regeneração

(*) cada data de implantação significa uma queimada para indução de regeneração natural, e indica o início da rotação.

3.2.2. Chuva de sementes

Em cada talhão foram instaladas, ao longo de linhas paralelas distantes 15 m, 40 bandejas quadradas com lado de 44,7 cm, construídas com madeira e tela plástica, cada uma com 0,20 m² de área de recepção a 50 cm do solo. A distância aproximada entre bandejas foi de 15 m na linha, perfazendo a cobertura de uma área estimada em 9.000 m² (considerando cada bandeja no centro de um quadrado de 15 m de lado).

Durante cerca de 2 anos, em intervalos variáveis entre 20 dias e 57 dias (por motivos operacionais), o conteúdo de cada bandeja foi coletado e transportado para o laboratório. Apenas uma vez o prazo entre coletas foi superior a 50 dias, e em 82% dos casos as coletas foram espaçadas entre 20 e 40 dias. Em cada coleta, inicialmente, foi feita secagem parcial das amostras ao sol, quando necessária. Depois, as sementes de bracatinga consideradas potencialmente viáveis (isto é, não chochas nem podres) de cada bandeja foram separadas manualmente, com o auxílio de peneiras, do restante do folheto, o qual foi descartado. Quando havia sementes de bracatinga germinadas na bandeja, fato não comum, elas foram contadas, para serem computadas posteriormente, e a seguir descartadas.

Após serem contadas em cada bandeja, as sementes de bracatinga das bandejas foram misturadas, originando um lote para cada talhão e época de coleta. Considerou-se que a permanência das sementes no meio do folheto úmido, entre as coletas, pode agir como tratamento involuntário de quebra de dormência. Por isso, o tempo convencional de imersão das sementes de

bracatinga em ácido sulfúrico (quatro minutos) foi propositadamente reduzido, para evitar morte das sementes por eventual escarificação excessiva. Assim, para a quebra da dormência tegumentar, as sementes foram imersas em ácido sulfúrico puro (densidade = $1,84 \text{ g/cm}^3$) por dois minutos, e depois lavadas em água corrente.

A capacidade germinativa de cada lote foi determinada no Laboratório de Análise de Sementes do CNPF, em germinador a 25°C com iluminação constante, em caixas plásticas com substrato papel mata-borrão. Foram feitas duas contagens das sementes testadas, aos 7 dias e aos 14 dias. As sementes que permaneciam duras após a segunda contagem também foram consideradas viáveis; esta decisão foi apoiada nos resultados de alguns testes de germinação das sementes duras, com imersão em ácido sulfúrico por quatro minutos.

O número de sementes analisadas variou de acordo com o tamanho do lote. Quando o lote tinha até 130 sementes, o que ocorreu na maioria das vezes, todas elas foram colocadas para germinar, em uma ou duas caixas plásticas, cada uma com no máximo 100 sementes. Quando o lote tinha mais de 130 sementes, foram retiradas duas amostras de 50 sementes e uma terceira de até 50 sementes, perfazendo no máximo 150 sementes colocadas para germinar. Neste caso, a porcentagem média de germinação das três amostras foi aplicada ao total de sementes do lote, para determinar o número de sementes viáveis no lote.

3.2.3. Banco de sementes

A avaliação do banco de sementes, em cada talhão, foi feita usualmente pela amostragem em oito pontos, distanciados cerca de 40 m entre si. Isto perfaz a cobertura de uma área aproximada de 12.800 m², considerando que cada ponto corresponde a um quadrado de 40 m de lado. Nos primeiros talhões investigados (tabela 1, ano 1991), em cada ponto foram avaliadas cinco profundidades: superfície ou serrapilheira, 0 a 3 cm do solo mineral, 3 a 6 cm, 6 a 10 cm e 10 a 15 cm. Nestes talhões, não foi encontrada nenhuma semente de bracatinga entre 10 cm e 15 cm; por isso, o estudo desta profundidade não foi realizado nos outros talhões.

Como procedimento de campo antes de 1995, em cada ponto recolhia-se, inicialmente, a serrapilheira existente em uma área de 1 m x 1 m. A seguir, na parte central deste quadrado recolhia-se, sucessivamente, com auxílio de ferramentas como pá cortadeira e colher de pedreiro, a terra existente em uma área de 50 cm x 50 cm, nas demais profundidades. O material de cada ponto e profundidade foi acondicionado em saco plástico grosso e escuro, mantido sempre à sombra, e transportado para o laboratório. Ali, as amostras demasiadamente úmidas para serem manipuladas foram colocadas para secar à sombra (para não induzir a quebra da dormência), espalhadas em bandejas.

A separação das sementes de bracatinga foi feita por catação manual, em local bem iluminado, com o auxílio de peneiras para o destorroamento e para a separação da terra fina. A eficácia deste procedimento foi aferida

periodicamente, pelo repasse de amostras. No momento de separação das sementes, as que estavam germinadas foram contadas, para serem computadas posteriormente, e a seguir descartadas. A capacidade germinativa das sementes de bracatinga foi determinada do mesmo modo relatado para a chuva de sementes (item 3.2.2). Todavia, o número de sementes por amostras do banco foi sempre menor que 130 e, portanto, todas as sementes das amostras foram colocadas para germinar.

Sabia-se, de antemão, que a queda de sementes de bracatinga da variedade típica, predominante nos talhões da região, é intensa entre meados de dezembro e meados de fevereiro. Para minimizar o efeito da chuva de sementes sobre o banco de sementes, as amostragens dos bancos foram feitas sempre no decorrer do segundo semestre (tabela 1).

A avaliação dos bancos pós-queima revestiu-se de algumas particularidades. Após fracassos iniciais, concluiu-se que a coleta das amostras de campo deve ser feita no máximo 72 horas após a queima, para permitir que as sementes já em germinação, abundantes, sejam corretamente localizadas dentro de sua faixa de profundidade. As demais sementes, após a catação, não sofreram tratamento pré-germinativo com ácido sulfúrico, para evitar a sobreposição das escarificações térmica e química. Todas as sementes duras após a última contagem em laboratório também foram consideradas viáveis, com base em testes de germinação eventuais, onde houve quebra de dormência por imersão em ácido sulfúrico durante quatro minutos.

3.2.4. Emergência de plântulas no campo

Como complemento ao estudo de banco de sementes, a emergência de plântulas de bracatinga logo após a queima de resíduos de exploração foi estudado em dois talhões, de códigos B16 e B19 (tabela 1).

Em cada talhão, alguns dias após a queima de resíduos, foram instaladas 30 parcelas quadradas de 141,5 cm de lado (2 m^2 cada uma), espalhadas pela área onde o banco de sementes havia sido avaliado. Nestas parcelas, as plântulas que emergiam foram arrancadas e contadas, periodicamente, até a redução acentuada e contínua da emergência. As formigas foram rigorosamente controladas pelo uso de formicida, para evitar que plântulas fossem destruídas antes de serem contadas.

3.2.5. Comparação experimental de práticas para indução da regeneração natural

No segundo semestre de 1995 foi instalado um experimento em esquema fatorial 2×2 em blocos ao acaso, em quatro bracatingais recém-explorados (códigos B28, B24, B26 e B30, tabela 1). Seu objetivo foi investigar práticas alternativas ao modo vigente de regeneração de bracatingais explorados. Cada bracatingal foi considerado um bloco, o qual abrigou parcelas úteis de 450 m^2 dos seguintes tratamentos:

- I - sem queima dos resíduos de exploração, com cultivo de milho;
- II - sem queima, sem cultivo;
- III - com queima, com cultivo de milho e feijão (testemunha); e
- IV - com queima, sem cultivo.

Todas as queimadas e o cultivo do tratamento III foram realizados pelos proprietários, segundo as práticas do sistema tradicional, no qual duas capinas são realizadas, aos 30 e 60 dias após a queima, aproximadamente. As ações do tratamento I foram executadas pela equipe de pesquisa, e consistiram de: retirada manual do resíduo grosso; capina manual em toda a área, simultaneamente à queima nos outros tratamentos; plantio do milho pelo sistema tradicional, sem adubação; e apenas uma capina de limpeza do milho.

Em cada bracatingal, o banco de sementes de bracatinga foi avaliado antes da queima, através de amostras tomadas em oito pontos distribuídos no bloco. Imediatamente após a queima, o banco foi avaliado em apenas três bracatingais, através de oito pontos distribuídos na parte queimada (1224 m^2) de cada bloco. O proprietário do quarto bracatingal efetuou a queima sem avisar a tempo a equipe de pesquisa, o que inviabilizou a amostragem pós-queima. Neste experimento, o tamanho das amostras do banco foi de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,50 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$) para todas as camadas. Os demais procedimentos foram como relatado no item 3.2.3.

A germinação de sementes de bracatinga do banco foi avaliada pela contagem periódica de plântulas emergidas em oito amostras quadradas de $141,5 \text{ cm}$ de lado (2 m^2 cada amostra), instaladas em cada parcela dos tratamentos de queima e cultivo. Os procedimentos foram realizados conforme o item 3.2.4.

3.2.6. Análise dos dados

Para as comparações entre médias de banco de sementes foi utilizado o teste F, com transformação dos valores originais para raiz quadrada de $(X + 0,5)$. O mesmo procedimento, entretanto sem o uso de transformações, foi empregado para comparar emergências em um mesmo talhão e numa mesma época, associadas à tratamentos para regeneração de bracatingais (ver item 3.2.5.). Os demais assuntos, como valores anuais e estacionais de chuvas de sementes, depressão do banco pelas queimadas e evolução temporal da emergência após um distúrbio indutor da regeneração natural, foram tratados apenas pela estatística descritiva.

3.3. DEPOSIÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO E DE NUTRIENTES

A deposição de material orgânico e de nutrientes foi investigada em 15 talhões comerciais de bracatinga, entre abril de 1991 e dezembro de 1993. Os períodos do estudo não foram idênticos para todos os talhões, por motivos como corte do povoamento ou eliminação de amostras duvidosas. Ao final, foram obtidos dois conjuntos anuais sucessivos de coletas para 14 dos 15 talhões, e o talhão restante pode ser avaliado por um período anual completo.

3.3.1. Caracterização dos talhões

O critério principal para a escolha dos talhões foi a idade, com a intenção de abranger desde talhões muito jovens até aqueles que já haviam ultrapassado a idade mais comum de corte (sete anos). O critério secundário

para a escolha dos talhões foi sua distribuição regional; ao final, os talhões ficaram compreendidos em um retângulo hipotético de 20 km x 5 km, tendo como eixo maior a Estrada da Ribeira (BR-476) (figura 1). A concentração de talhões em alguns locais ocorreu por conveniências operacionais. Embora possam influenciar a produtividade do folheto e sua qualidade, aspectos pontuais como face de exposição, posição na paisagem (topo de morro, base de encosta, etc.) e história do cultivo (número de rotações, adubações realizadas, etc.), não foram considerados na escolha dos talhões.

A tabela 2 apresenta características dos talhões investigados, cada um com superfície entre 2 ha e 6 ha; vários deles também foram investigados a respeito de chuva de sementes ou banco de sementes (tabela 1). O levantamento florestal mostrado na tabela 2 foi realizado em 1993, através de três parcelas de 20 m x 10 m em cada talhão. Em cada parcela foi medido o diâmetro na altura do peito - DAP de todas as árvores de bracatinga, vivas ou secas, com DAP a partir de 3,0 cm. As alturas das três árvores de maior DAP de cada parcela foram medidas. Sua média constituiu a altura dominante utilizada para estimar a altura individual das demais árvores, conforme procedimento indicado em EMBRAPA (1988), adequado para talhões com idades entre 4 e 10 anos.

Os solos foram levantados por pedólogo experiente, de modo expedito, por tradagem, até o máximo de 150 cm de profundidade.

Os solos de todos os talhões (tabela 2) resultaram ser cambissolos álicos textura argilosa, com distinção quanto ao teor de matéria orgânica no horizonte A: moderado, proeminente ou argiloso. Os teores indicados na tabela

2 são os que predominam em cada área experimental, ressaltando-se que pode haver variações para mais ou para menos em espaços curtos, associados à morfologia do terreno. Os solos mais rasos tiveram espessura dos horizontes A e B, somados, próxima a 70 cm; na maioria dos casos, a espessura A e B, somadas, situou-se entre 90 cm e 120 cm. Dois talhões (L8 e L10, tabela 2), situados em zona de colonização antiga (bairro de Santa Gemma), apresentaram horizonte A muito estreito (menor que 15 cm), por erosão devida ao uso da terra.

A época de floração e as características das vagens observadas durante a separação das amostras permitiram concluir que todos os talhões eram formados pela variedade típica (*Mimosa scabrella* var. *scabrella*), sendo nula ou insignificante a participação da variedade *aspericarpa*.

Tabela 2. Características dos bracatingais avaliados quanto à deposição de folheto e seus nutrientes, ao final dos experimentos, em 1993. DAP = diâmetro a 1,30 m. n = número de árvores. HD = altura dominante. H = altura média. AB = área basal. V = volume sólido com casca. NA = não avaliado.

TALHÃO			Bracatingas vivas (DAP≥3 cm)					Bracatingas secas (DAP≥3 cm)	SOLO*
Nome	Código	IDADE (meses)	n/ha	HD(m)	H(m)	AB(m ² /ha)	V(m ³ /ha)	n/ha	
Coradin Roça	L ₁	36	5750	9,34	NA	11,69	NA	500	húmico
Coradin Porteira	L ₂	36	7367	9,45	NA	14,57	NA	3166	proeminente
Coradin Tri	L ₃	49	4616	11,72	9,56	13,90	69,31	900	proeminente
Boutin	L ₄	72	5183	9,39	8,65	14,48	65,09	933	húmico
Costa Curta	L ₅	73	3350	11,83	10,37	17,78	95,42	900	proeminente
Coradin Penta	L ₆	84	1950	14,70	12,43	13,73	87,87	1950	moderado
Adir Litter	L ₇	79	2167	13,40	12,16	15,28	96,89	616	moderado
Strapasson	L ₈	84	2933	13,59	11,38	16,15	95,60	1233	moderado
Coradin Hexa	L ₉	84	2800	13,81	10,48	13,81	75,31	1467	húmico
Rosenente Hexa	L ₁₀	96	1600	13,73	12,31	14,78	91,90	1100	moderado
Torques Hexa	L ₁₁	96	1750	12,29	11,23	15,45	86,87	633	moderado
Rosenente Octo	L ₁₂	120	1467	12,35	11,38	12,13	69,85	733	moderado
Torques Deca	L ₁₃	132	1145	NA	NA	NA	NA	612	moderado
Rosenente Deca	L ₁₄	138	1562	12,60	NA	12,36	NA	1110	moderado
Coradin Reserva	L ₁₅	168	966	15,31	NA	11,27	NA	783	húmico

* teor de matéria orgânica, no horizonte A; todos os talhões estão em cambissolo álico textura argilosa.

3.3.2. Coleta e separação das amostras de folheto

Em cada talhão, foram fixadas duas linhas, distantes 40 m entre si. Ao longo de cada linha foram colocadas quatro bandejas, distantes entre si cerca de 25 m. Cada bandeja quadrada, de 1 m x 1 m, foi construída em madeira e tela plástica, com quatro pés; a área útil de captação, de 1 m², ficou a 50 cm do solo.

As coletas do material orgânico depositado nas bandejas foram realizadas periodicamente, em intervalos que variaram de 20 dias a 57 dias. Apenas uma vez o prazo entre coletas foi superior a 50 dias, e em 82% dos casos as coletas foram espaçadas entre 20 e 40 dias. Em cada época, as coletas de folheto de todos os locais demandaram, usualmente, três dias úteis para serem realizadas. Em campo, em cada coleta, o material de cada bandeja foi colocado em saco de papel identificado previamente. Ao final de cada dia, os sacos foram colocados para secar em local arejado e, quando necessário (coleta sob chuva, por exemplo), submetidos a uma secagem preliminar em estufa com ventilação forçada, à temperatura de 40°C. Posteriormente, o conteúdo de cada pacote foi submetido à separação manual, sendo consideradas cinco frações:

- “folhas de bractéa”, incluindo folíolos e ráquis de folha e de folíolo;
- “outras folhas”, abrangendo as demais espécies, arbóreas ou não;
- “ramos”, incluindo todo material lenhoso;
- “frutos”, referente a estruturas reprodutivas de bractéa: pedúnculos florais, inflorescências, vagens e sementes; e
- “miscelânea”, incluindo outros materiais, de origem vegetal ou animal.

Cada fração de cada bandeja, em cada local e época, foi acondicionada em um saco de papel de tara conhecida e com identificação completa na parte externa.

3.3.3. Determinação do peso seco e do teor de nutrientes

As frações foram secas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 75°C, durante 96 horas. Imediatamente em seguida, elas foram pesadas em balança eletrônica com duas casas decimais.

Após a pesagem, o conjunto de cada fração de cada local em cada época foi misturado para formar uma amostra destinada à moagem necessária à análise química. Após a mistura, as frações maiores (“folhas de bracinga” e, eventualmente, “outras folhas”) foram amostradas, para reduzir a quantidade final do material a ser moído. Como a fração “folhas de bracinga” compõe-se, na verdade, de duas partes não bem miscíveis (folíolos e ráquis), a amostragem considerou a proporção existente entre os pesos das duas partes. Em seguida, todas as amostras foram trituradas em moinho com malha de 20 mesh.

O número elevado de amostras de folheto (cerca de 1.600), e o fato de que grande parte delas era muito pequena, acentuadamente na fração miscelânea, impediram a realização de análise química de todas as amostras. Por isso, apenas uma parte delas foi mantida individualizada para fim de análise química. Na maioria dos casos, as amostras de cada fração, em cada talhão, foram reunidas, de modo ponderado, em uma única amostra de abrangência anual. As coletas efetuadas nos três talhões da propriedade Rosenente não foram analisadas quimicamente, por ter havido mistura das amostras na fase de

moagem.

A análise química foi realizada em laboratório do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, através dos procedimentos seguintes, detalhados em SARRUGE & HAAG (1974):

N - digestão sulfúrica e destilação micro-Kjeldahl;

P - digestão nitro-perclórica e espectrofotometria;

Ca, Mg - digestão nitro-perclórica e espectrometria de absorção atômica; e

K - digestão nitro-perclórica e fotometria de chama.

4. RESULTADOS

4.1. VARIAÇÃO ESTACIONAL DA CHUVA DE SEMENTES

Em cada coleta, a variação do número de sementes, entre parcelas de um talhão, foi acentuada, e inversamente proporcional à intensidade da queda de sementes. Os menores coeficientes de variação situaram-se na faixa de 50% a 100% e ocorreram nas épocas de chuvas com média diária maior que 0,4 sementes por metro quadrado. Na maioria das coletas, as médias foram inferiores a esta intensidade.

A chuva de sementes foi concentrada no verão (coletas de janeiro até março), apresentando variações entre talhões e entre anos. Nesta estação, os maiores valores diários por coleta foram da ordem de 2 a 5 sementes viáveis por metro quadrado, ocorrendo nas coletas de janeiro e fevereiro, as quais correspondem, grosseiramente, à queda de sementes entre meados de dezembro e meados de fevereiro. Os maiores valores para o conjunto das coletas de verão, abrangendo cerca de 100 dias, foram da ordem 2 a 3 sementes viáveis por metro quadrado (tabela 3). As coletas de janeiro até março foram responsáveis por ao menos 71,1% do total anual da chuva de sementes e significaram em média 81,5% do total anual (tabela 3). Após o verão, a chuva de sementes decresceu rapidamente; entre agosto e início de dezembro os valores freqüentemente foram nulos.

TABELA 3. Média diária por metro quadrado (m) da chuva de sementes viáveis de bracatinga nas coletas de janeiro a março, em dez talhões, em anos sucessivos, e participação percentual (PP) da chuva de sementes deste período em relação ao total anual.

TALHÃO	IDADE ^a (MESES)	1992		1993		1994 ^b
		m	PP	m	PP	
C1	27			0		0
C2	27			0		0
C3	39			0,02	87,5	<0,01
C10	39	0,06	82,2	1,70	87,4	0,03
C7	39			0,15	85,0	0
C11	63	0,65	78,7	2,59	^b	
C12	63	2,34	82,7	1,97	80,2	
C5	63	2,72	82,8	0,18	71,1	0,07
C9	89			0,93	76,1	0,04
C8	124	0,64	82,3	3,26	^b	

^a Idade do talhão no mês de janeiro do primeiro ano da medição de sua chuva de sementes.

^b As medições foram interrompidas no meio do ano, impossibilitando o cálculo de PP.

Algumas flutuações particulares da chuva de sementes foram detectadas. Por exemplo, as coletas realizadas aos 172 dias (final de julho de 1992) apresentaram elevação de valores em diversos locais, distantes entre si até 20 km (figuras 5B, 5C, 5D, 6B). As coletas aos 460 dias (março de 1993) também reverteram ou reduziram a tendência de decréscimo da chuva, em alguns talhões (figuras 4A, 5D, 6B, 6B).

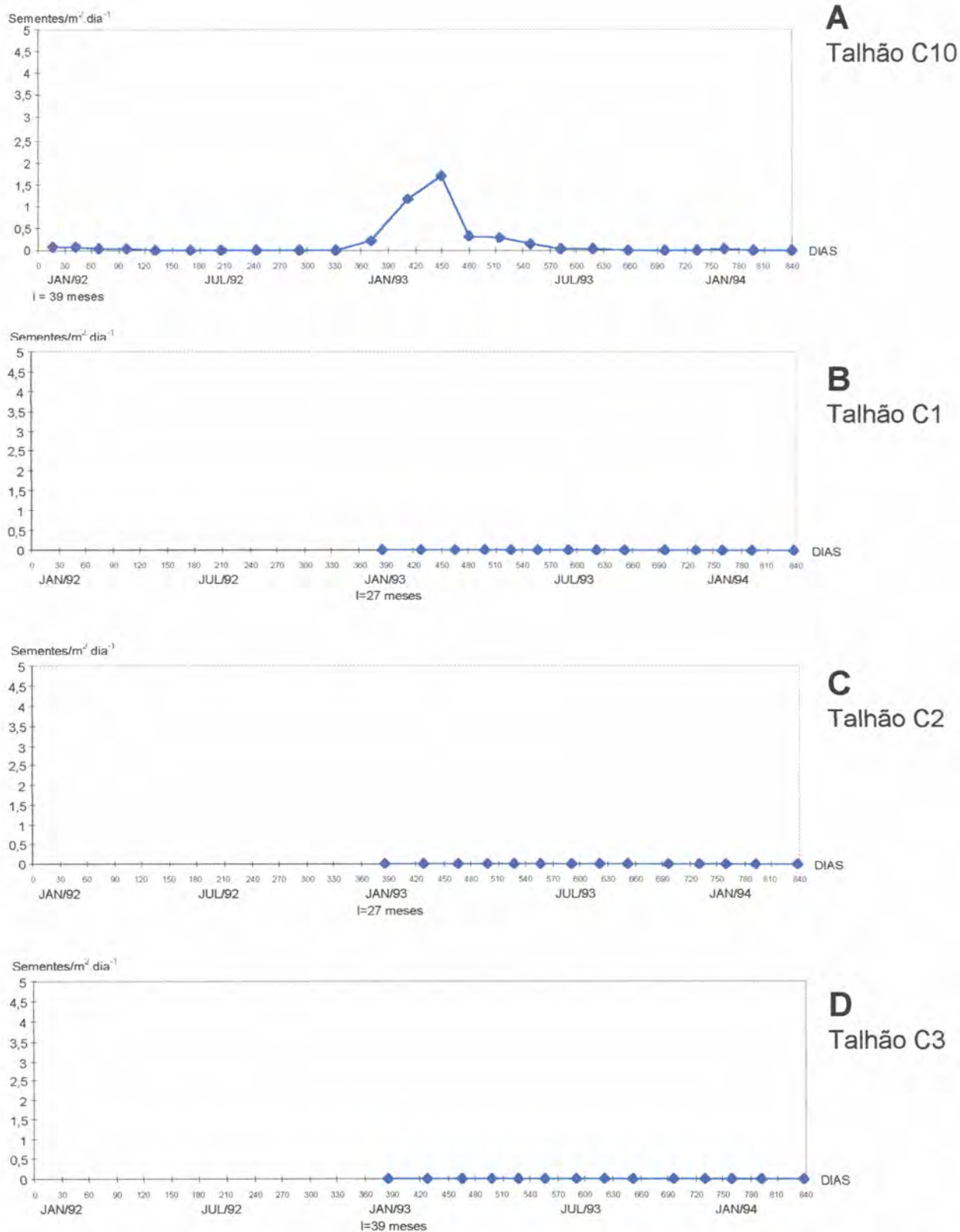


FIGURA 4. Deposição média diária de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado em quatro bracatingais do sistema tradicional, ao longo do tempo. O dia zero corresponde, sempre, a 18.12.1991. Período de observação variável entre talhões (C10, C1, C2, C3). i = idade do talhão em meses, na primeira coleta (mês de janeiro).

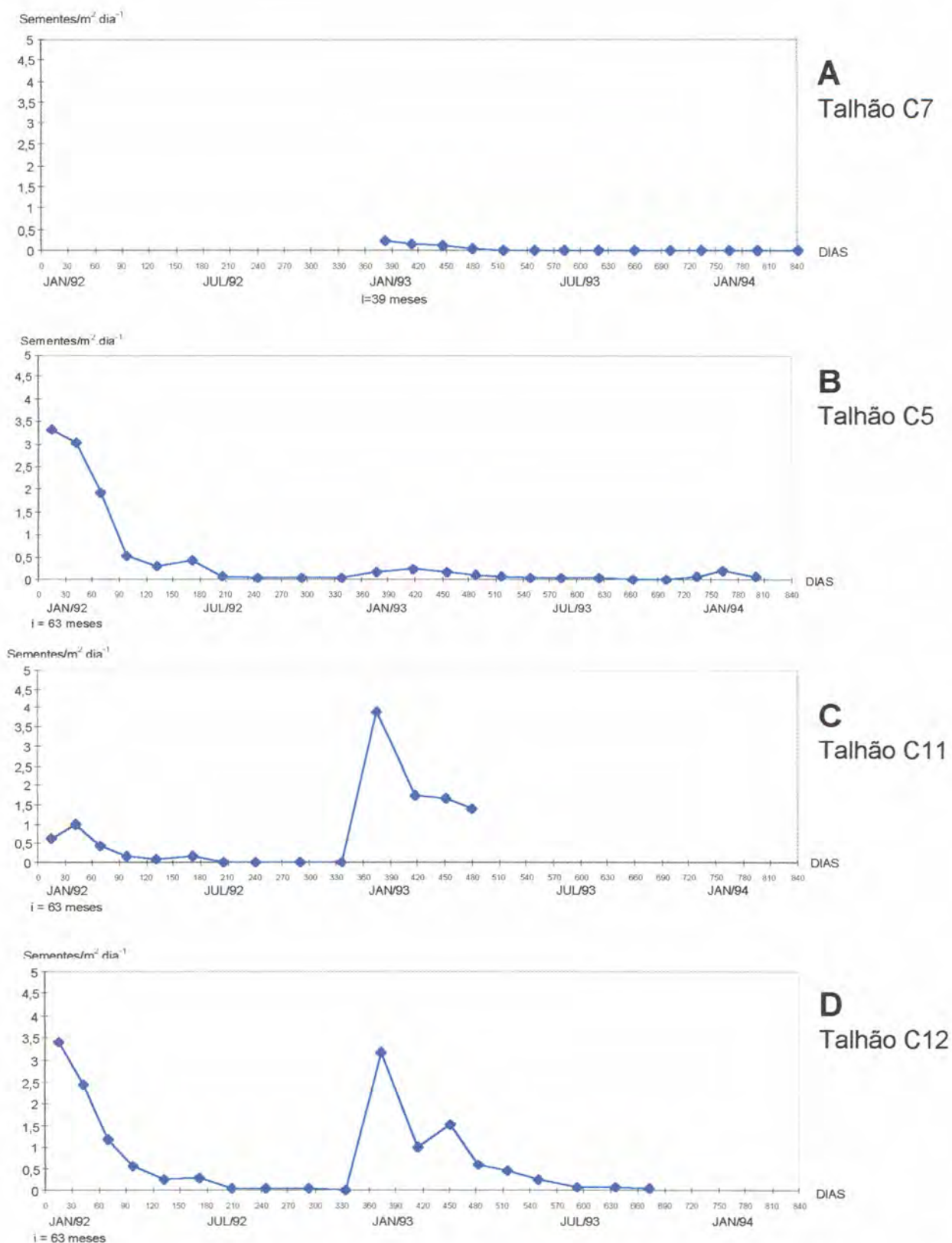


FIGURA 5. Deposição média diária de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado em quatro bracatingais do sistema tradicional, ao longo do tempo. O dia zero corresponde, sempre, a 18.12.1991. Período de observação variável entre talhões (C7, C5, C11, C12). i = idade do talhão em meses, na primeira coleta (mês de janeiro).

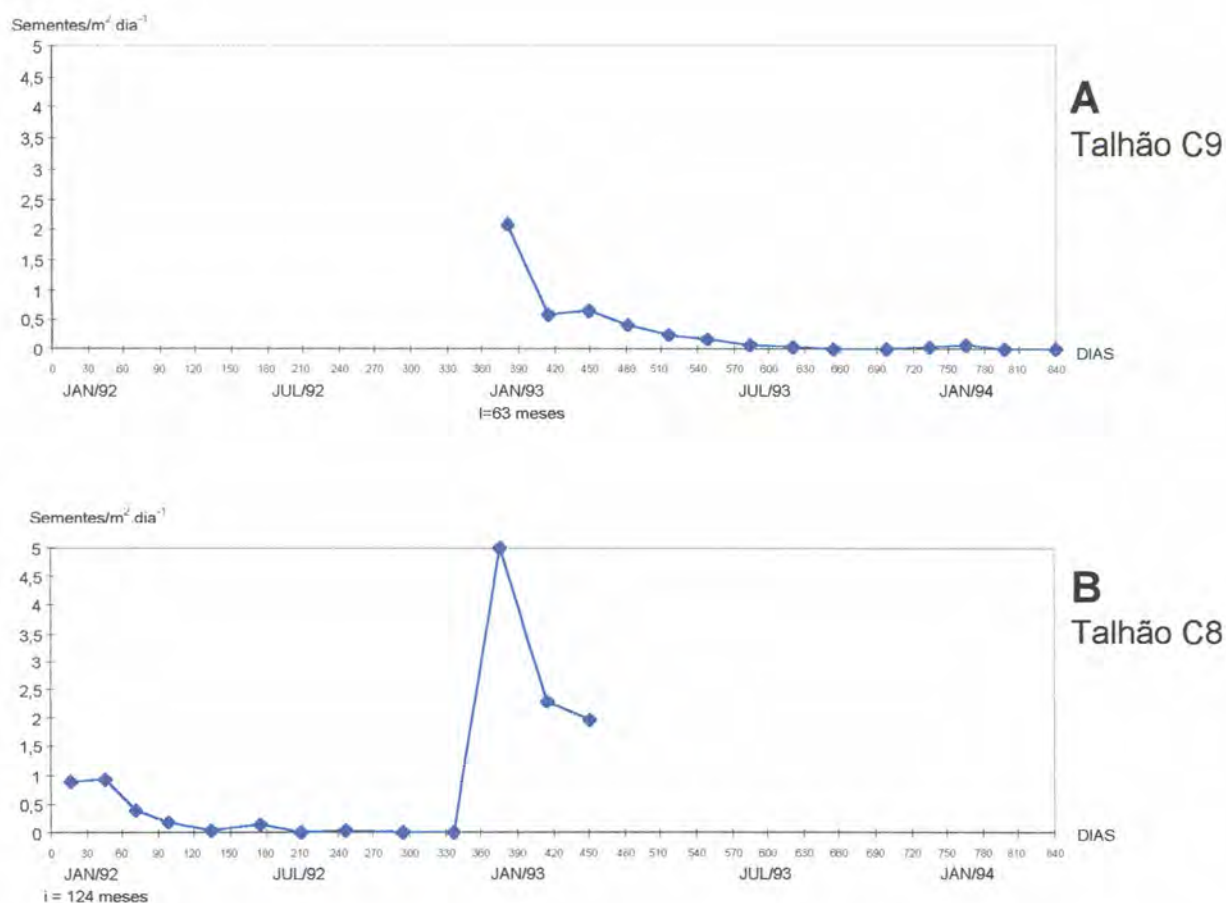


FIGURA 6. Deposição média diária de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado em dois bracatingais do sistema tradicional, ao longo do tempo. O dia zero corresponde, sempre, a 18.12.1991. Período de observação variável entre talhões (C9 e C8). i = idade do talhão em meses, na primeira coleta (mês de janeiro).

4.2. VARIAÇÃO DA CHUVA DE SEMENTES ENTRE ANOS E ENTRE IDADES

Os valores das temporadas anuais 1991-92 e 1992-93, contadas a partir de meados de dezembro, indicam que ocorreram chuvas de sementes de intensidades moderadas ou fortes, nos talhões mais velhos (tabela 4). No verão do ano 1992-93 ocorreram chuvas de sementes fortes, com médias diárias máximas próximas ou superiores a duas sementes por metro quadrado, em cinco

dos seis talhões que estavam, claramente, em idades de produção maciça de sementes (figuras 4A, 5C, 5D, 6A, 6B). Somente no talhão C12 ocorreram chuvas de sementes de alta intensidade em dois anos seguidos (tabela 4, figura 5D). A baixa intensidade da chuva na temporada 1993-94 foi fato generalizado entre os talhões estudados (tabelas 3 e 4). Nas temporadas favoráveis, 1991-92 e 1992-93, somente os talhões com idade a partir de 51 meses mostraram capacidade de produzir chuva de sementes com média diária superior a 0,2 por metro quadrado, em ao menos uma coleta (figuras 3, 4, 5).

TABELA 4. Número médio anual $\pm$ desvio padrão de sementes viáveis de bracatinga caídas ao chão por metro quadrado, em dez bracatingais. Período anual considerado: meados de dezembro de anos consecutivos. Idade em meses, no mês de janeiro da primeira temporada de medições.

CÓDIGO DA CHUVA DE SEMENTES	IDADE (meses)	ANOS		
		1991-92	1992-93	1993-94 ^d
C1	27		0	0
C2	27		0	0
C3	39		2,4 $\pm$ 4,3	0,2 $\pm$ 0,9
C10	39	6,2 $\pm$ 11,5	219,7 $\pm$ 135,0	>1,2 $\pm$ 2,3
C7	39		17,3 $\pm$ 40,1	0
C11	63	68,7 $\pm$ 47,3	>338,2 $\pm$ 193,9 ^a	
C12	63	234,5 $\pm$ 133,6	>276,7 $\pm$ 126,4 ^b	
C5	63	275,9 $\pm$ 155,6	31,0 $\pm$ 25,2	>9,1 $\pm$ 12,1
C9	89		133,0 $\pm$ 114,3	>3,5 $\pm$ 5,5
C8	124	75,3 $\pm$ 89,6	>378,2 $\pm$ 177,4 ^c	

^a - valor referente ao período de 04.12.92 a 26.04.94

^b - idem, 03.12.92 a 27.10.93

^c - idem, 03.12.92 a 29.03.93

^d - idem, 08.12.93 a 04.05.94

4.3. VARIAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES COM A IDADE DO TALHÃO

A figura 7 e a tabela 5 apresentam valores médios de bancos de sementes de 19 talhões, segundo a idade e a profundidade. Os valores totais do banco ascenderam com a idade, segundo uma curva de crescimento decorrente, principalmente, de aumento conjunto das camadas até 3 cm de profundidade. As duas camadas mais profundas do banco mostraram, também, tendência de aumentar com a idade, embora com exceções (tabela 5, talhões B21 e B25). A camada de 3 cm a 6 cm apresentou mais sementes do que a camada de 6 cm a 10 cm, mostrando que o aprofundamento das sementes ocorre de modo progressivo.

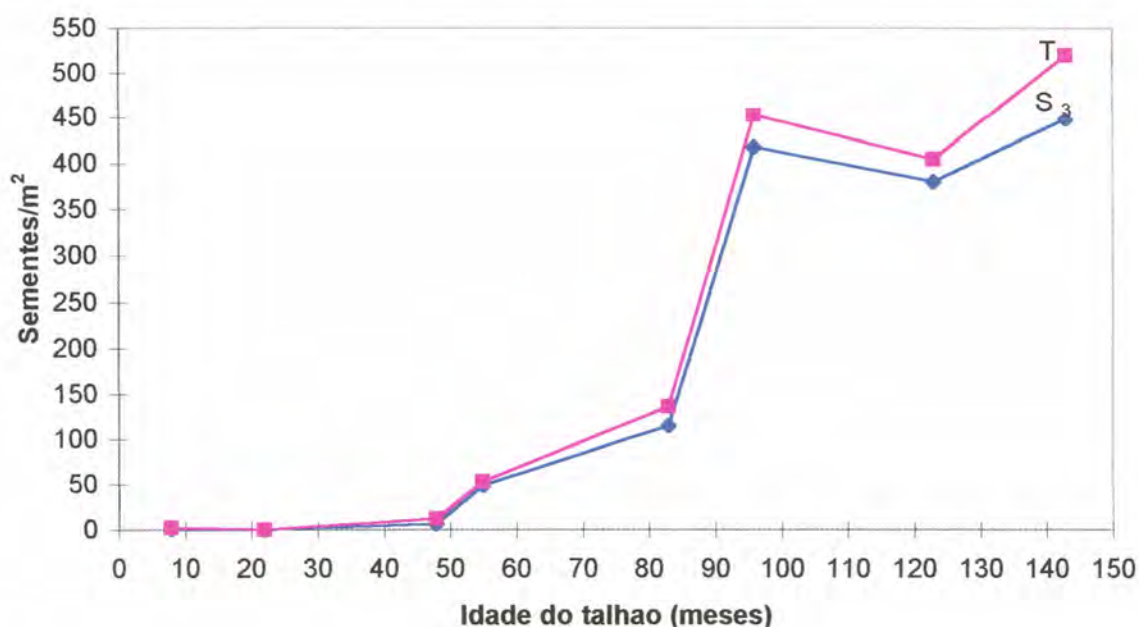


FIGURA 7. Número médio de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado no solo de talhões de várias idades. T = total de todas as camadas. S₃ = soma dos valores das camadas serrapilheira e 0-3 cm.

TABELA 5. Número médio $\pm$ desvio padrão de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, em bancos de sementes de talhões do sistema tradicional de cultivo, de idades diferentes. EC = estações de crescimento, cada uma correspondendo a um verão transcorrido.

CÓDIGO DO BANCO DE SEMENTES	IDADE DO TALHÃO		CAMADA				
	(meses)	EC	Serrapilheira	0 a 3 cm	3 a 6 cm	6 a 10 cm	Total
B17	8	1	0	0	0	0	0
B18	8	1	$0,4 \pm 0,8$	$1,6 \pm 2,8$	$1,6 \pm 2,0$	$1,0 \pm 1,8$	$4,4 \pm 4,8$
B3	25	2	0	0	0	0	0
B20	19	2	0	0	0	0	0
B2	48	4	$0,4 \pm 0,8$	$2,0 \pm 3,0$	$4,0 \pm 9,0$	$4,0 \pm 6,0$	$11,0 \pm 12,0$
B4	47	4	$2,0 \pm 2,0$	$8,0 \pm 8,0$	$3,0 \pm 3,0$	0	$13,0 \pm 13,0$
B23	50	4	$1,6 \pm 1,6$	$0,4 \pm 1,2$	$3,0 \pm 5,0$	$1,0 \pm 2,0$	$6,0 \pm 8,0$
B5	55	5	32 ± 24	52 ± 60	8 ± 12	0	88 ± 88
B10	57	5	44 ± 42	16 ± 11	4 ± 6	0	64 ± 46
B11	81	7	51 ± 17	60 ± 32	8 ± 9	2 ± 2	120 ± 45
B12	83	7	42 ± 12	43 ± 10	5 ± 2	1 ± 2	92 ± 13
B27	85	7	115 ± 26	59 ± 38	12 ± 11	3 ± 4	191 ± 62
B21	84	7	88 ± 43	50 ± 43	$0,4 \pm 1,0$	$0,4 \pm 1,0$	140 ± 86
B19	96	8	56 ± 44	72 ± 44	16 ± 16	0	144 ± 96
B24	96	8	423 ± 113	283 ± 68	43 ± 22	10 ± 10	761 ± 175
B16	106	9	60 ± 46	308 ± 184	60 ± 38	24 ± 12	442 ± 249
B25	106	9	440 ± 333	44 ± 34	4 ± 8	4 ± 4	496 ± 335
B29	123	10	320 ± 212	60 ± 37	20 ± 20	4 ± 9	404 ± 257
B13	143	12	204 ± 97	244 ± 142	56 ± 18	19 ± 4	520 ± 193

Os dados da tabela 5 sugerem a tendência de o conjunto das camadas mais profundas (3 cm a 10 cm) ter mais sementes, nos primeiros anos, do que as camadas superficiais. Uma inversão drástica ocorreu a partir de cinco estações de crescimento, associada ao aumento nítido do total de sementes do banco. Cada estação de crescimento compreende um verão, que é a época principal de dispersão das sementes.

Foi constatada a ocorrência de sementes no banco de talhões muito jovens (tabela 5, código B18, por exemplo), sem que tenha havido um ciclo de floração e frutificação. Isto indica, claramente, que a queimada de resíduos de exploração pode não esgotar totalmente o banco.

Verificou-se que bracatingais com idade de quatro estações de crescimento já podem apresentar um banco de sementes pequeno, oriundo de chuva que ocorreu na mesma rotação (tabela 6, bancos B3 versus B4). Ambas as comparações da tabela 6 indicam que o aumento de sementes nas camadas mais profundas do solo mineral ocorre, no tempo, de modo progressivo.

TABELA 6. Comparação entre números de sementes de bracatinga, por metro quadrado, nos bancos de dois bracatingais, separadamente, em épocas diferentes dentro da mesma rotação. EC = estações de crescimento, cada uma correspondendo a um verão transcorrido.

TALHÃO	IDADE Meses/EC	Serrapilheira	0 - 3 cm	3 - 6 cm	6 - 10 cm	Total
Coradin Tri						
- banco B3	25/2	0	0	0	0	0
- banco B4	47/4	1,64	8,52	3,00	0	13,12
prob.>F		0,81	0,16	0,52	1,00	0,26
Osório Ombra						
- banco B10	57/5	42,50	16,50	5,00	0,50	64,50
- banco B27	85/7	119,00	58,50	12,50	3,50	193,50
prob.>F		0,01	0,01	0,65	0,58	0,01

4.4. EFEITO DA QUEIMADA SOBRE O BANCO DE SEMENTES: TESTES INICIAIS

A queimada de resíduos de exploração provocou germinação de parte das sementes do banco, o que pode ser comprovado medindo-se a emergência em campo (figura 8) ou avaliando-se o banco pós-queima (tabela 7). O conjunto desses dados revela que a percentagem de sementes viáveis pós-queimada situou-se numa faixa percentual ampla, 14% a 55%, em relação ao banco pré-queimada, e que a emergência das plântulas ocorreu, maciçamente, nos primeiros 30 dias.

A medição do banco em um mesmo talhão, nas situações pré-queimada e alguns meses após, cessada a emergência, revelou que o banco que remanesce é nulo (tabela 8), ou muito pequeno (exemplo: código B18, tabela 5).

TABELA 7. Comparação entre números de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, no banco de sementes do bracatingal Osório Tri, antes e depois da queima de resíduos da exploração, segundo a profundidade. AQ = antes da queima. DQ = depois da queima.

TALHÃO	AQ/DQ	IDADE	Serrapilheira	0 - 3 cm	3 - 6 cm	6-10 cm	Total
Osório Tri							
- banco B21	AQ	84 meses	70,50	50,50	0,50	0,50	134,00
- banco B22	DQ	2 dias	8,0	24,0	2,64	0,35	34,52
prob.>F			0,01	0,11	0,70	0,90	0,01

A redução do número de sementes do banco, pela queimada, foi

inversamente proporcional à profundidade (tabela 7). Considerando valores médios, cerca de 89% das sementes da superfície foram destruídas, contra 52% na camada de 0 cm a 3 cm e tendência à sobrevivência plena nas camadas inferiores.

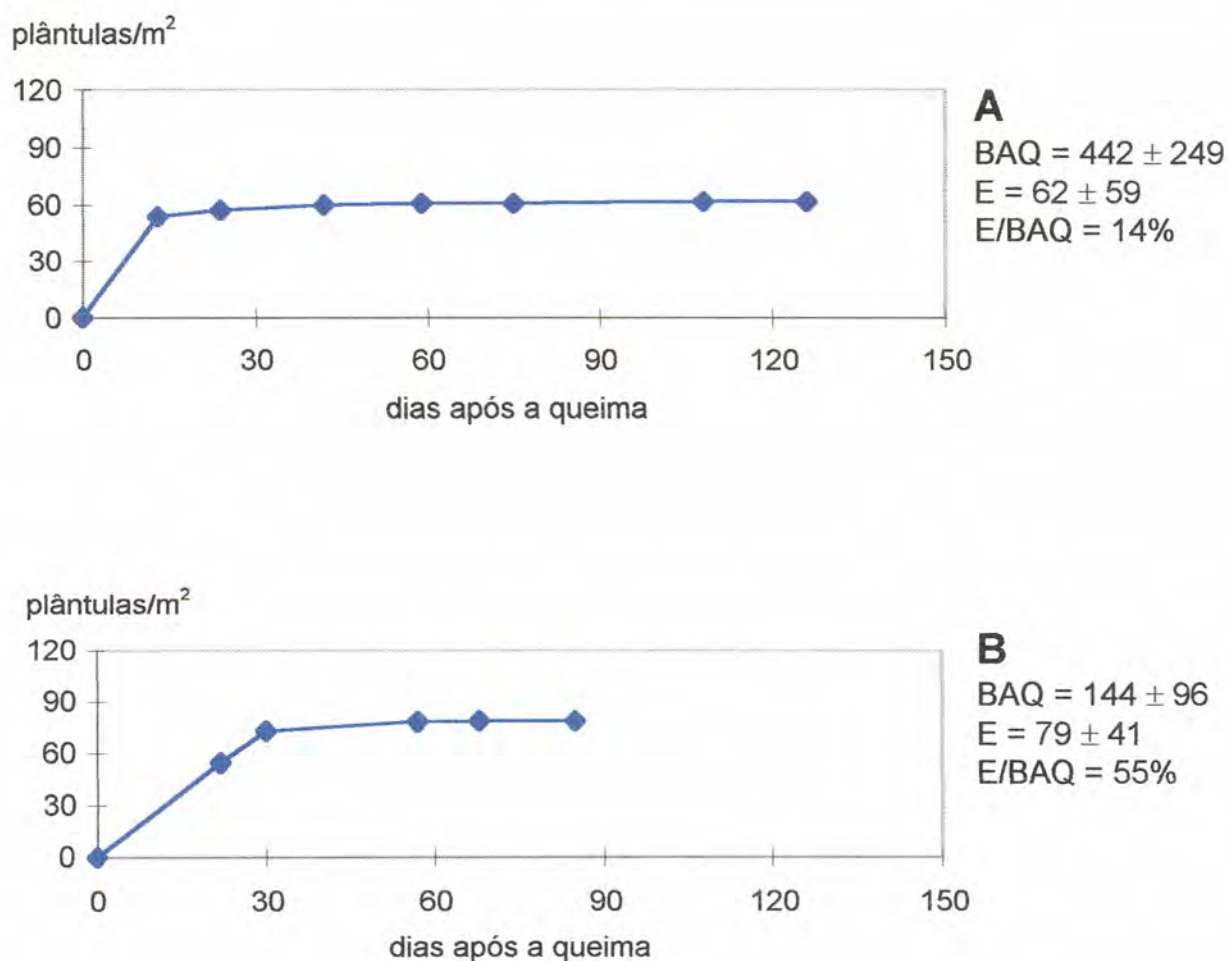


FIGURA 8. Emergência de plântulas de bracatinga com o tempo, em dois bracatingais, após a queima de resíduos. A = banco B₁₆, talhão Alta Tensão. B = banco B₁₉, talhão Torques Imbuial. BAQ = número médio de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado $\pm$ desvio padrão, no banco do solo antes da queimada. E = número acumulado de plântulas emergidas $\pm$ desvio padrão, por metro quadrado.

banco maior do que os tratamentos sem queima. A realização de cultivo mostrou eficácia menor em promover a germinação, e restrita ao grupo de tratamentos sem queima (tabela 9). O efeito do cultivo sobre a emergência, nos tratamentos sem queima, parece, claramente, advir das atividades de implantação (remoção de resíduos grosseiros, seguida de capina), não sendo perceptível o efeito das capinas posteriores. Quando realizada após a queima, a capina para limpeza das culturas agrícolas não teve efeito sobre a emergência. A distribuição da emergência de plântulas, no tempo, mostrou tendência de ser mais concentrada nos tratamentos com queima (figura 9).

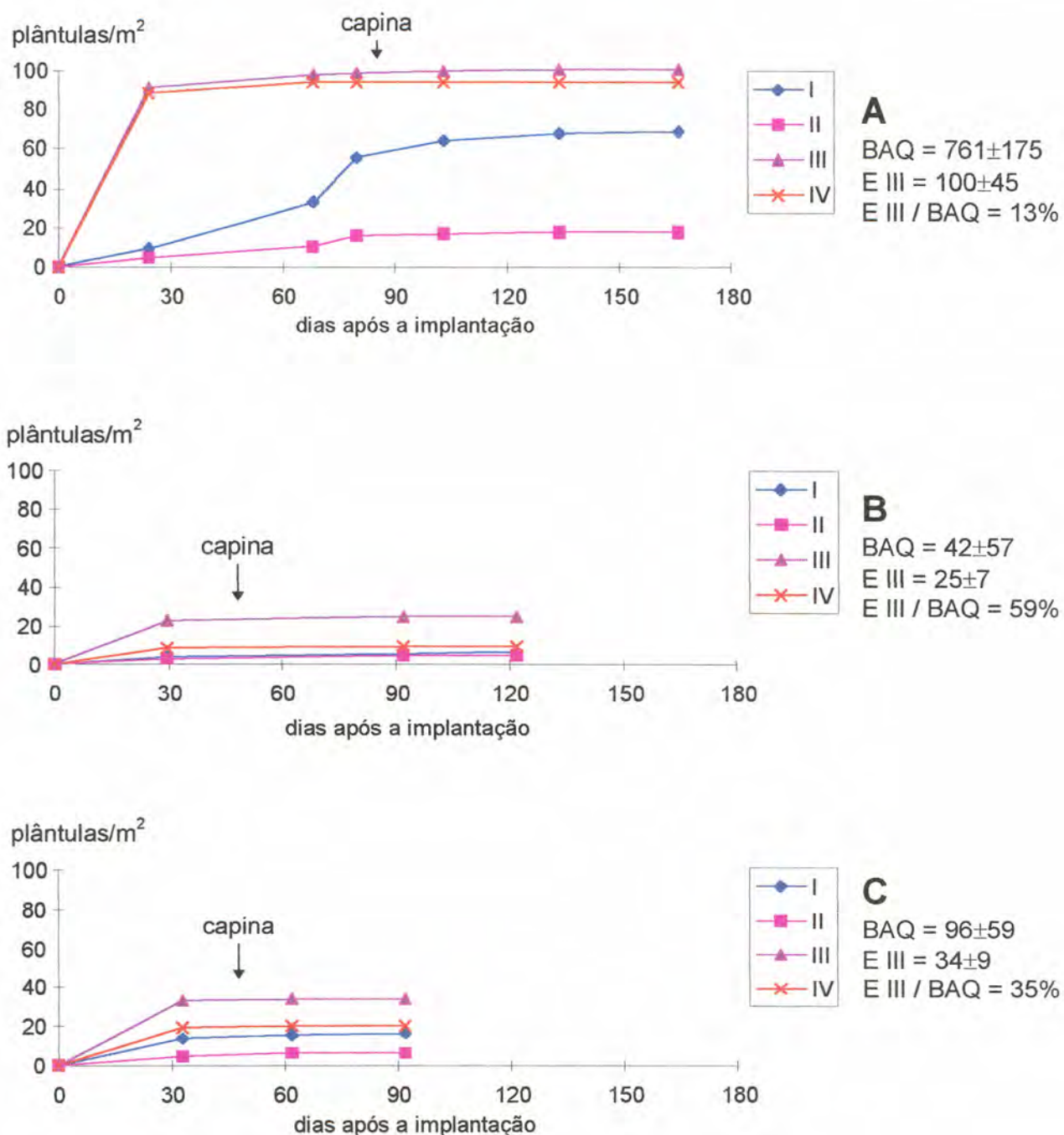


FIGURA 9. Número acumulado de plântulas de bracatinga por metro quadrado nascidas após a aplicação de quatro tratamentos de regeneração natural (I a IV) em três bracatingais. A = talhão Andreatta, banco B₂₄. B = talhão Osório Ombra, banco B₂₈. C = talhão Wilson, banco B₃₀. I = sem queima, com retirada de resíduos grosseiros e com cultivo de milho. II = sem queima, sem retirada de resíduos, sem cultivo. III = com queima, com cultivo de milho e feijão (testemunha da prática tradicional). IV = com queima, sem cultivo. BAQ = número de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado $\pm$ desvio padrão no banco do solo, antes da queima. E III = emergência acumulada, no tratamento III (média $\pm$ desvio padrão).

Como foi observado também no item 4.4, a queimada provocou decréscimo considerável no estoque de sementes do banco, destruindo entre 47% e 76% do total médio de sementes. A redução mostrou-se mais acentuada na serrapilheira, ocorrendo perdas entre 52% e 95%; na camada de 0 cm a 3 cm, as perdas situaram-se entre 0% e 50%, com tendência à sobrevivência plena nas camadas inferiores (tabela 10 e figura 10).

TABELA 10. Comparação entre números de sementes de bracatinga, por metro quadrado, do banco de três bracatingais, medidos antes e depois da queima de resíduos da exploração, segundo a profundidade. AQ = antes da queima. DQ = depois da queima.

TALHÃO	AQ/DQ	IDADE	Serrapilheira	0-3 cm	3-6 cm	6-10 cm	TOTAL
Rosenente Penta							
- banco B25	AQ	106 meses	441,00	45,00	5,00	4,50	495,50
- banco B26	DQ	1 dia	226,50	42,00	10,00	6,00	285,00
prob.>F			0,01	0,99	0,62	0,75	0,08
Osório Ombra							
- banco B27	AQ	85 meses	119,00	58,50	12,50	3,50	193,50
- banco B28	DQ	3 dias	18,00	26,64	7,32	1,33	53,33
prob.>F			0,01	0,02	0,55	0,70	0,01
Wilson							
- banco B29	AQ	123 meses	318,50	58,00	21,00	5,00	402,50
- banco B30	DQ	1 dia	17,33	50,00	19,33	7,33	94,00
prob.>F			0,01	0,68	0,95	0,65	0,01

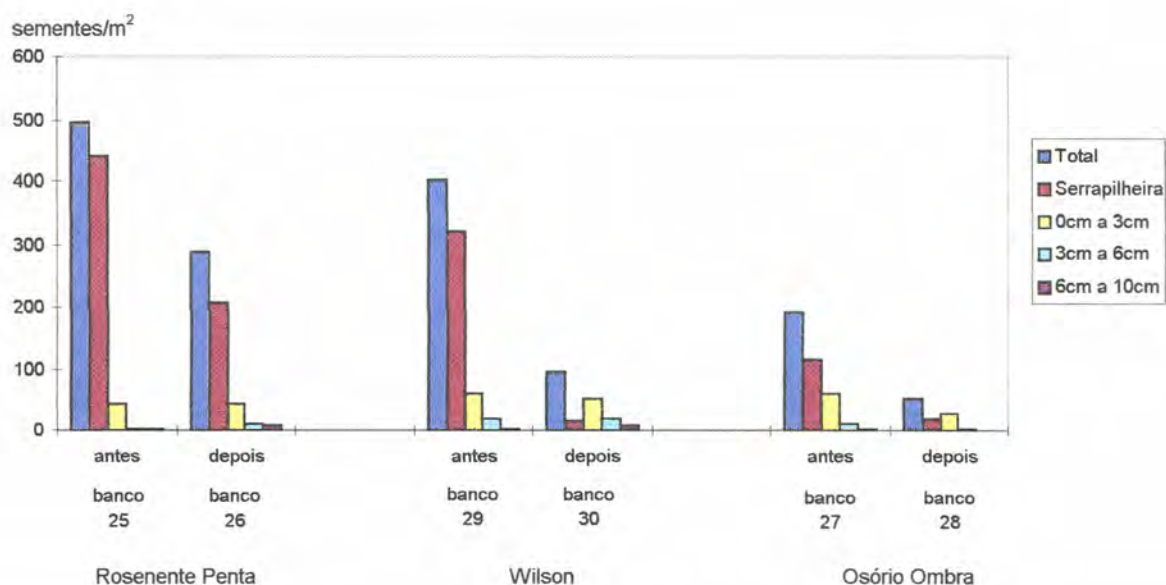


FIGURA 10. Números médios de sementes viáveis de bracatinga por metro quadrado, no banco de sementes de três bracatingais, medidos antes da queima de resíduos de exploração e imediatamente depois da queima, segundo a profundidade. Rosenente Penta, Wilson, Osório Ombra = nomes dos bracatingais. B₂₅ até B₃₀ = código dos bancos.

A figura 11 indica que o número de plantas nascidas foi muito variável em relação ao número de sementes do banco após a queima, o qual foi sempre maior. As profundidades extremas do banco, serrapilheira e 6 cm a 10 cm, são as que, potencialmente, podem conter mais sementes viáveis que não logram estabelecer-se como mudas de regeneração natural. O valor de cada banco pós-queimada, com a exclusão destas camadas, tornou-se mais próximo do valor da emergência local, mantendo a tendência de ser maior (figura 11).

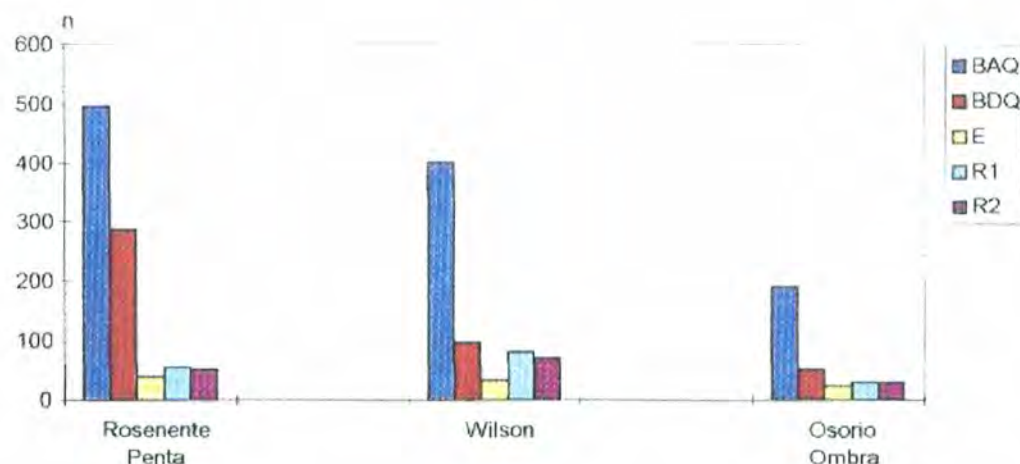


FIGURA 11. Números médios por metro quadrado (n), em três talhões, de sementes viáveis de bracatinga no banco antes e depois da queima, e de plântulas emergidas depois da queima. BAQ = banco antes da queima. BDQ = banco depois da queima. E = emergência acumulada. R1 = BDQ exceto serrapilheira. R2 = BDQ exceto serrapilheira e camada de 6 cm a 10 cm. Rosenente Penta, Wilson, Osório Ombra = nomes dos bracatingais.

A reunião de todos os valores medidos de emergência, dentro das práticas do sistema tradicional de cultivo da bracatinga (figuras 8 e 9), resultou em uma faixa de 25 a 100 plântulas/m².

4.6. RELAÇÃO ENTRE BANCO DE SEMENTES E CHUVA DE SEMENTES

Como foi visto (item 4.1), a chuva de sementes de bracatinga ocorre de modo concentrado no começo do ano, e depois diminui drasticamente. Os bancos de sementes foram avaliados, sempre, no segundo semestre, quando os valores da chuva eram nulos ou muito baixos. Em 1993, em alguns talhões com idade entre 5 e 7 estações de crescimento, a chuva de sementes e o banco foram avaliados dentro do mesmo ano (figura 12, tabela 1), permitindo estabelecer relação entre os eventos.

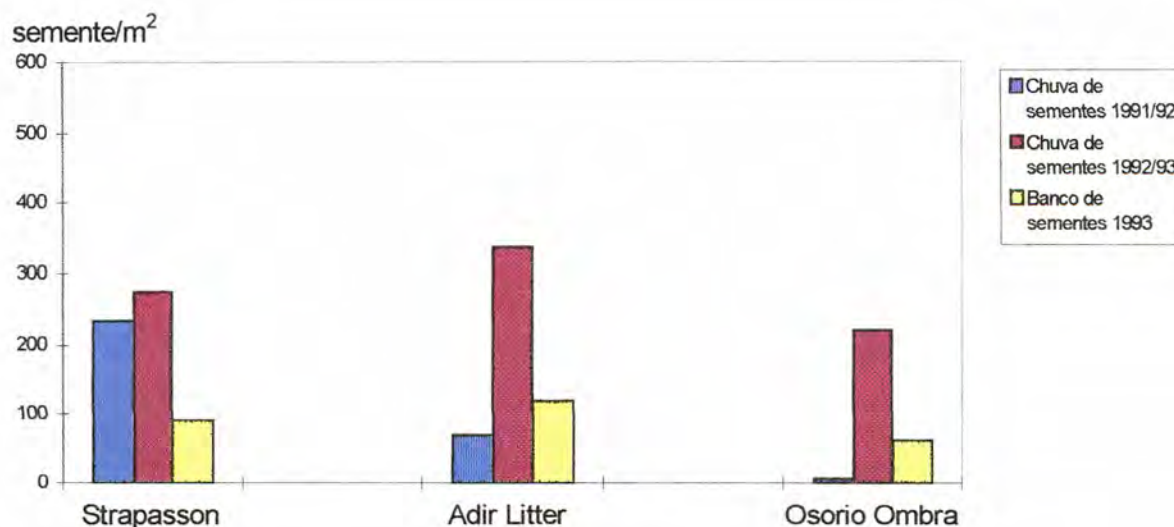


FIGURA 12. Números médios de sementes viáveis de bracatinga, por metro quadrado, da chuva de sementes no período anual (entre meados de dezembro de anos consecutivos) e no banco de sementes, em três talhões (Strapasson, Adir Litter, Osório Ombra).

Considerando os valores médios, o banco de sementes representou entre 29% e 35% da última chuva (figura 12). No bracatingal Osório Ombra, a penúltima chuva de sementes foi fraca, e as anteriores a ela foram, presumidamente, ainda menores, em função da idade do talhão. Assim, a relação numérica (29%), entre o banco e a última chuva deste talhão, constitui uma estimativa da sobrevivência das sementes da chuva, dentro do primeiro ano de sua permanência no solo. A proximidade dos valores das relações numéricas entre banco e a última chuva (29% a 35%), mesmo nos talhões com penúltimas chuvas moderadas ou fortes (talhão Strapasson, figura 12), sugere que a mortalidade das sementes da chuva, em sua segunda temporada no solo, foi elevada.

4.7. PRODUÇÃO DE FOLHEDO NO PERÍODO ANUAL

A tabela 11 apresenta os dados de produção do folheto nos talhões, por período anual e por componente. Os talhões estão identificados na tabela 2.

TABELA 11. Valores anuais (média $\pm$ desvio padrão, em kg/ha) da deposição de material orgânico, em quinze bracingais, durante dois períodos anuais sucessivos.

CÓDIGO DO TALHÃO	IDADE ^{a/} (anos)	FOLHAS DE BRACATINGA	FOLHAS DE OUTRAS ESPÉCIES	RAMOS	FRUTOS	MISCELÂNEA	TOTAL
L ₁	1,5	5206 $\pm$ 495	303 $\pm$ 269	56 $\pm$ 32	0	6 $\pm$ 4	5571 $\pm$ 353
	2,5	5814 $\pm$ 274	201 $\pm$ 227	284 $\pm$ 131	30 $\pm$ 12	19 $\pm$ 18	6318 $\pm$ 215
L ₂	1,5	5062 $\pm$ 481	277 $\pm$ 246	67 $\pm$ 39	0	20 $\pm$ 13	5426 $\pm$ 343
	2,5	5994 $\pm$ 282	134 $\pm$ 151	281 $\pm$ 130	19 $\pm$ 7	29 $\pm$ 28	6447 $\pm$ 219
L ₃	2,5	4900 $\pm$ 646	181 $\pm$ 175	36 $\pm$ 20	0	15 $\pm$ 12	5132 $\pm$ 602
	3,5	5815 $\pm$ 745	95 $\pm$ 34	135 $\pm$ 44	14 $\pm$ 13	11 $\pm$ 9	6070 $\pm$ 722
L ₄	4,2	5310 $\pm$ 422	544 $\pm$ 205	757 $\pm$ 299	257 $\pm$ 74	129 $\pm$ 54	6977 $\pm$ 352
	5,2	5419 $\pm$ 613	615 $\pm$ 445	599 $\pm$ 125	369 $\pm$ 65	38 $\pm$ 31	7040 $\pm$ 228
L ₅	4,2	6103 $\pm$ 692	189 $\pm$ 95	368 $\pm$ 219	231 $\pm$ 170	42 $\pm$ 30	6973 $\pm$ 708
	5,2	6009 $\pm$ 573	131 $\pm$ 28	583 $\pm$ 304	445 $\pm$ 144	30 $\pm$ 17	7178 $\pm$ 773
L ₆	5,2	4650 $\pm$ 416	342 $\pm$ 99	755 $\pm$ 143	62 $\pm$ 29	45 $\pm$ 24	5854 $\pm$ 417
	6,2	4816 $\pm$ 419	360 $\pm$ 209	908 $\pm$ 270	122 $\pm$ 66	25 $\pm$ 20	6231 $\pm$ 698
L ₇	5,0	4883 $\pm$ 391	496 $\pm$ 92	504 $\pm$ 185	261 $\pm$ 80	49 $\pm$ 14	6193 $\pm$ 465
	6,0	4296 $\pm$ 355	97 $\pm$ 63	510 $\pm$ 174	414 $\pm$ 112	21 $\pm$ 5	5338 $\pm$ 315
L ₈	5,2	4681 $\pm$ 653	662 $\pm$ 255	377 $\pm$ 124	226 $\pm$ 67	58 $\pm$ 20	6004 $\pm$ 562
	6,2	3893 $\pm$ 580	1064 $\pm$ 433	594 $\pm$ 245	385 $\pm$ 106	57 $\pm$ 58	5991 $\pm$ 753
L ₉	5,2	4183 $\pm$ 497	190 $\pm$ 82	507 $\pm$ 106	136 $\pm$ 45	37 $\pm$ 17	5051 $\pm$ 544
	6,2	4438 $\pm$ 339	198 $\pm$ 166	345 $\pm$ 290	95 $\pm$ 56	34 $\pm$ 12	5110 $\pm$ 348
L ₁₀	6,3	4350 $\pm$ 188	590 $\pm$ 118	502 $\pm$ 131	127 $\pm$ 55	83 $\pm$ 66	4882 $\pm$ 353
	7,3	3437 $\pm$ 257	674 $\pm$ 168	720 $\pm$ 194	133 $\pm$ 41	64 $\pm$ 51	5028 $\pm$ 358
L ₁₁	6,3	4423 $\pm$ 791	1435 $\pm$ 385	657 $\pm$ 340	274 $\pm$ 95	123 $\pm$ 53	6912 $\pm$ 1184
	7,3	3860 $\pm$ 1668	1323 $\pm$ 382	805 $\pm$ 315	405 $\pm$ 147	71 $\pm$ 49	6440 $\pm$ 1994
L ₁₂	8,5	4117 $\pm$ 693	603 $\pm$ 313	392 $\pm$ 262	171 $\pm$ 66	77 $\pm$ 37	5360 $\pm$ 475
	9,5	3677 $\pm$ 558	811 $\pm$ 522	564 $\pm$ 256	341 $\pm$ 104	31 $\pm$ 19	5424 $\pm$ 360
L ₁₃	9,3	3177 $\pm$ 719	1875 $\pm$ 418	583 $\pm$ 300	183 $\pm$ 70	118 $\pm$ 31	5936 $\pm$ 543
	10,3	3054 $\pm$ 878	1867 $\pm$ 387	523 $\pm$ 327	453 $\pm$ 226	56 $\pm$ 36	5953 $\pm$ 1229
L ₁₄	10,1	3264 $\pm$ 411	1013 $\pm$ 217	476 $\pm$ 217	209 $\pm$ 70	109 $\pm$ 59	5071 $\pm$ 448
L ₁₅	12,2	1683 $\pm$ 371	2219 $\pm$ 355	496 $\pm$ 266	254 $\pm$ 70	130 $\pm$ 40	4782 $\pm$ 460
	13,2	1868 $\pm$ 620	2106 $\pm$ 601	483 $\pm$ 147	205 $\pm$ 87	78 $\pm$ 35	4840 $\pm$ 487

^{a/} idade no momento central de cada período anual.

A ordem de importância dos componentes foi, na maioria dos casos: folhas de bracatinga > outras folhas > ramos > frutos > miscelânea. Todavia, em cinco talhões (L4, L5, L6, L7 e L9) ocorreu inversão entre as frações outras folhas e ramos, ora decorrente do baixo valor das outras folhas (exemplo: L9), ora associada ao alto valor dos ramos (exemplo: L6).

O valor anual da produção de folheto ficou compreendido, grosso modo, entre 5 t/ha e 7 t/ha, no conjunto de talhões e de períodos anuais. A participação das folhas de bracatinga e folhas de outras espécies, somadas, sempre representou acima de 80% do total. Os maiores percentuais das folhas, consideradas em grupo, ocorreram nos talhões mais jovens (L1, L2, L3), superando 95%.

Elaborada com dados médios da tabela 11, a figura 13 apresenta a variação das frações e do total do folheto, em função idade do povoamento. Várias tendências podem ser detectadas. A partir de 6 anos, aproximadamente, ocorre decréscimo das folhas de bracatinga, compensada parcialmente pelo aumento das folhas de outras espécies; depois de 10 anos de idade, a deposição média de folhas de bracatinga é superada pela de folhas de outras espécies. Ramos e frutos têm comportamento similar entre si, mostrando um estágio de valores baixos com incremento anual nos primeiros três anos, e um patamar relativamente estável daí adiante. A fração miscelânea apresenta crescimento ao longo do tempo, com oscilações.

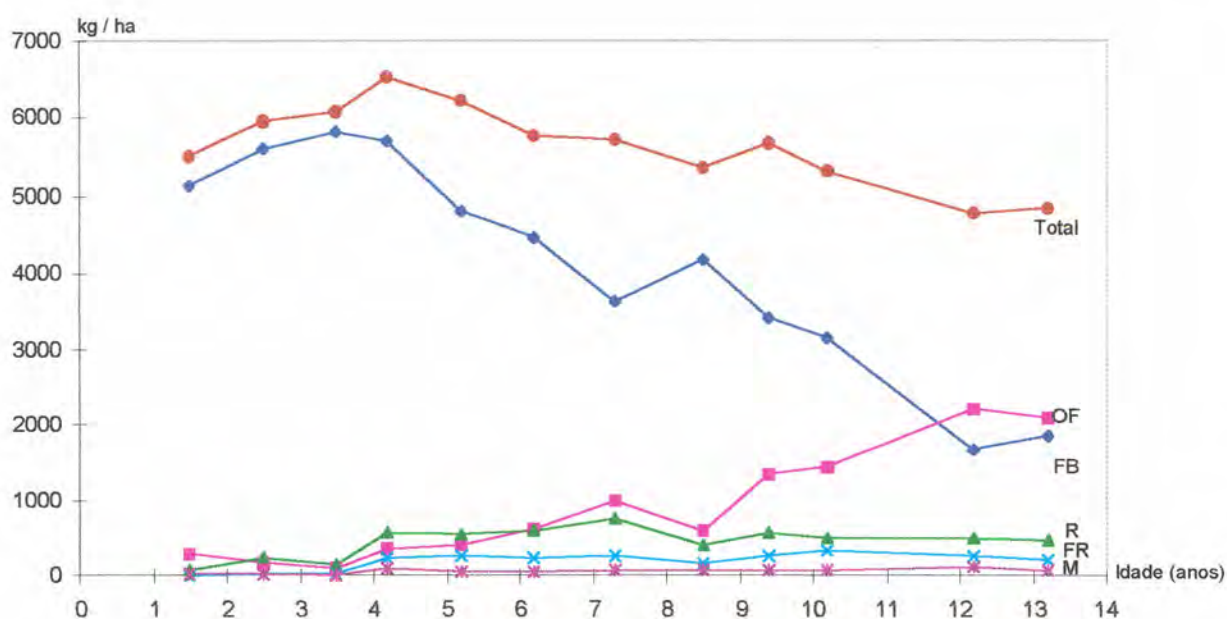


FIGURA 13. Evolução dos valores anuais de deposição de folheto nos bracatingais, em função da idade. FB = folhas de bracatinga. OF = folhas de outras espécies. R = ramos. FR = frutos. M = miscelânea. A idade corresponde ao número de anos no momento central de cada período anual de medições.

As variações entre anos, dentro de um mesmo talhão, apresentaram padrão definido somente para os talhões mais jovens (L1, L2, L3), onde as folhas de bracatinga, ramos e frutos tendem a aumentar de um ano para outro.

Os dados de folheto (tabela 11; anexo 1), acompanhados de registros durante a manipulação das suas amostras, revelaram que nos talhões L1 e L2 houve floração aos 21 meses de idade, seguida da produção de vagens sem sementes férteis, aos 26 meses. Tanto a floração quanto a frutificação foram pequenas, em biomassa (tabela 11). No período anual seguinte, houve floração aos 33 meses e frutificação aos 38 meses, resultando em produção de sementes aparentemente viáveis com médias anuais de $2/m^2$ e $4/m^2$, nos talhões L1 e L2,

respectivamente. Todavia, a amostragem para chuva de sementes nestes mesmos talhões, com bandejas menores, não detectou sementes (tabela 4, talhões C1 e C2, idade 2,5 anos).

4.8. VARIAÇÃO ESTACIONAL DA DEPOSIÇÃO DE FOLHEDO

Para ilustrar a variação estacional da produção do folheto, as figuras 14, 15, 16 e 17 trazem informações referentes a oito talhões. O anexo 1 relaciona os valores médios diários, por coleta, para todos os talhões.

Como regra, as maiores médias diárias de deposição total foram verificadas nos meses mais quentes, aproximadamente de novembro a abril, e decorreram de valores elevados da deposição de folhas de bracatinga, a principal fração. Pela mesma associação, a menor intensidade de deposição ocorreu nos meses junho a setembro, que correspondem ao período mais frio. Os valores diários máximos e mínimos ordinariamente encontrados para as folhas de bracatinga, em um período anual, situaram-se nas faixas de 1,8 a 2,5 g/m² e 0,5 a 0,8 g/m², respectivamente.

A tendência da variação estacional da deposição das folhas das outras espécies não foi clara. Nos dois talhões onde a fração foi mais expressiva (L13 e L15, figura 17), podem ser aventadas épocas de deposição maior (primavera e verão) e de deposição menor sujeita a aumentos pontuais (no inverno).

A fração frutos apresentou um período principal de deposição entre novembro e abril. Como traço característico, no início deste período vagens imaturas, sem sementes férteis, caem das árvores em grande quantidade; as coletas subsequentes envolvem sementes férteis e vagens maduras ou já

abertas. Por volta de agosto/setembro pode ocorrer um pico isolado de deposição da fração frutos, em decorrência da deposição de inflorescências (anexo 1).

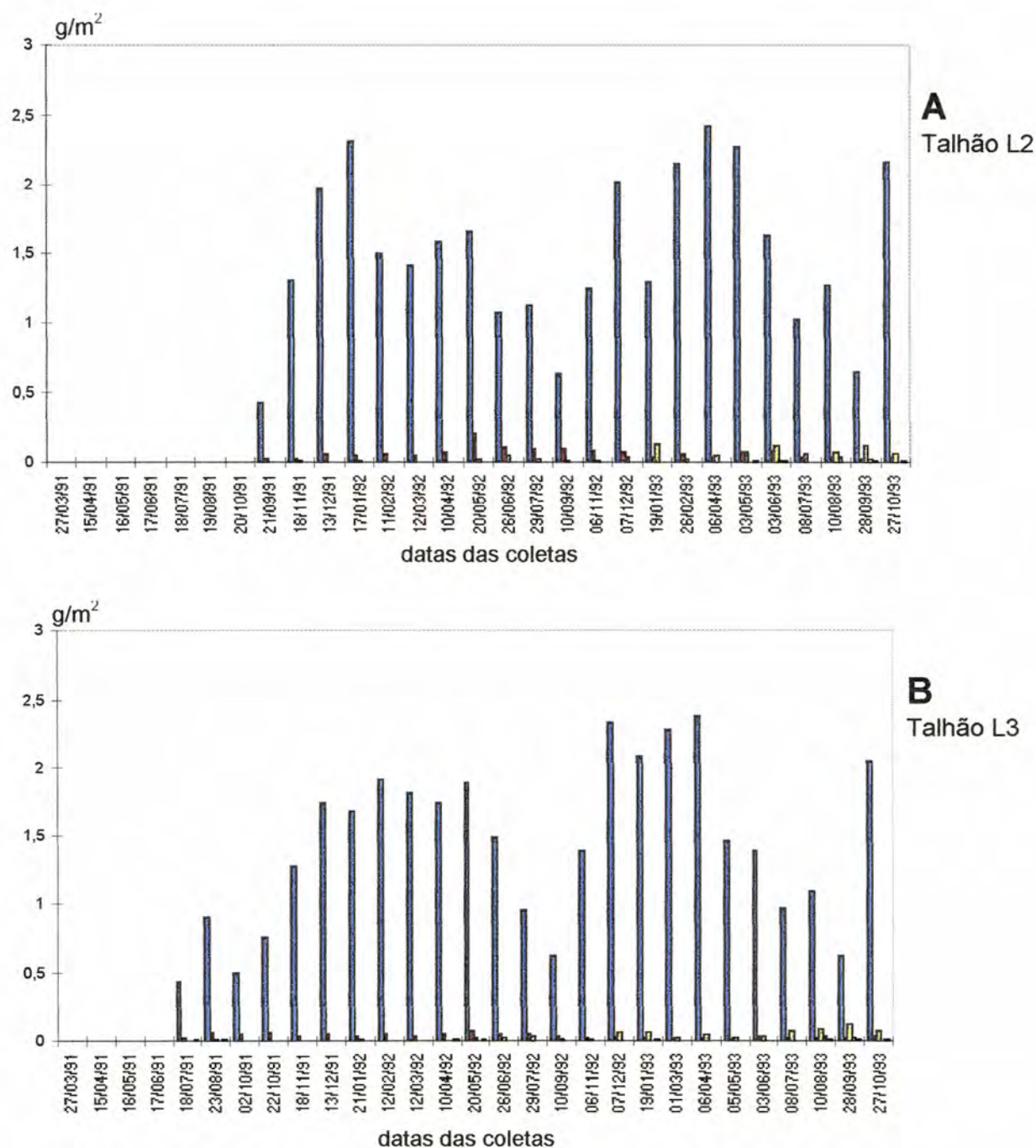


FIGURA 14. Deposição diária média de frações do folheto em dois bracatingais (L2 e L3), ao longo do tempo. ■ = folhas de bracatinga. ■ = outras folhas. ■ = ramos. ■ = frutos. ■ = miscelânea.

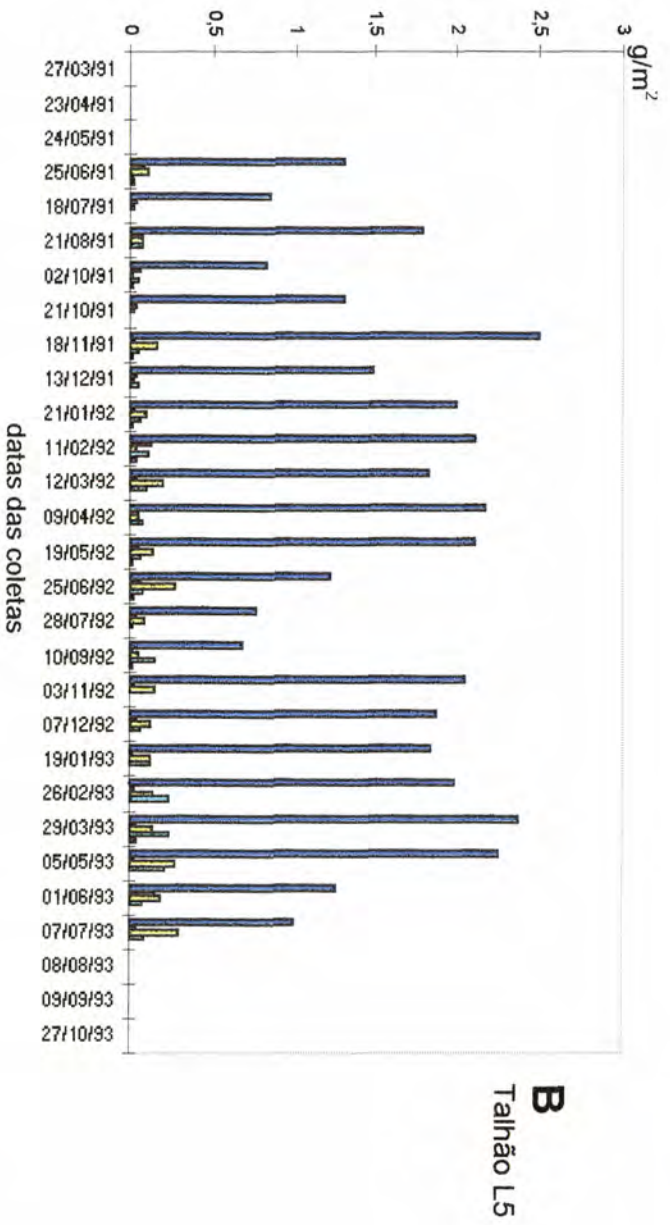
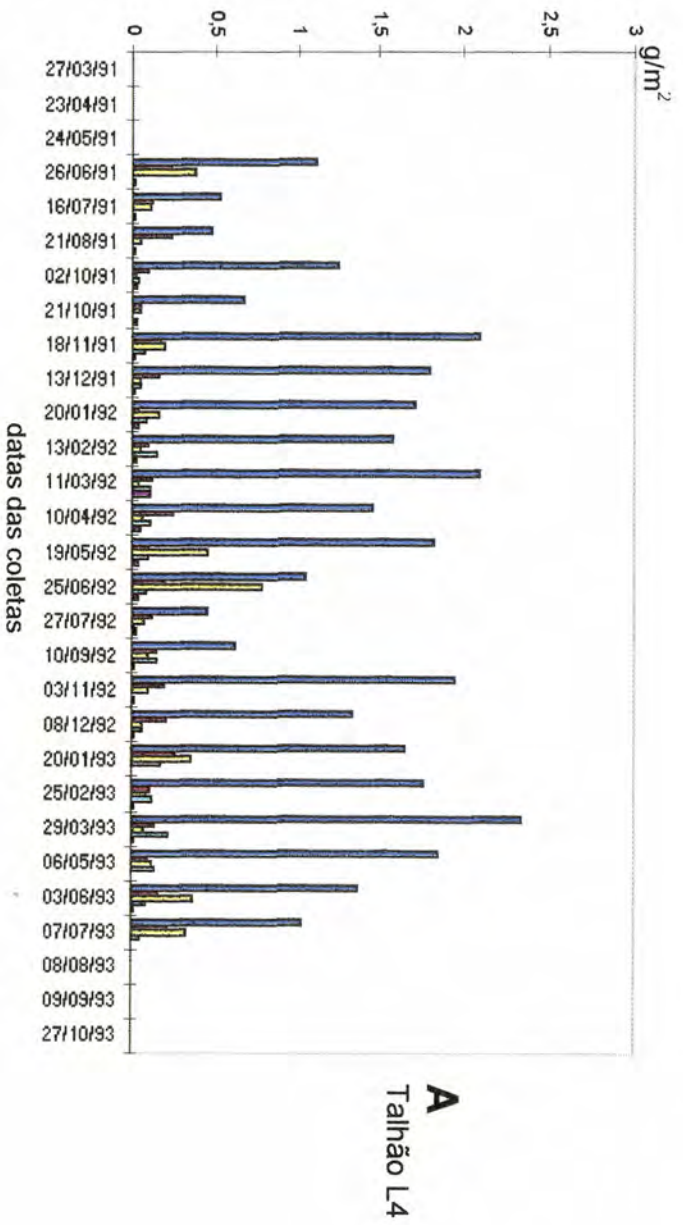


FIGURA 15. Deposição diária média de frações do folheto em dois bracteingais (L4 e L5), ao longo do tempo. ■ = folhas de bracteinga. ■ = outras folhas. ■ = ramos. ■ = frutos. ■ = miscelânea.

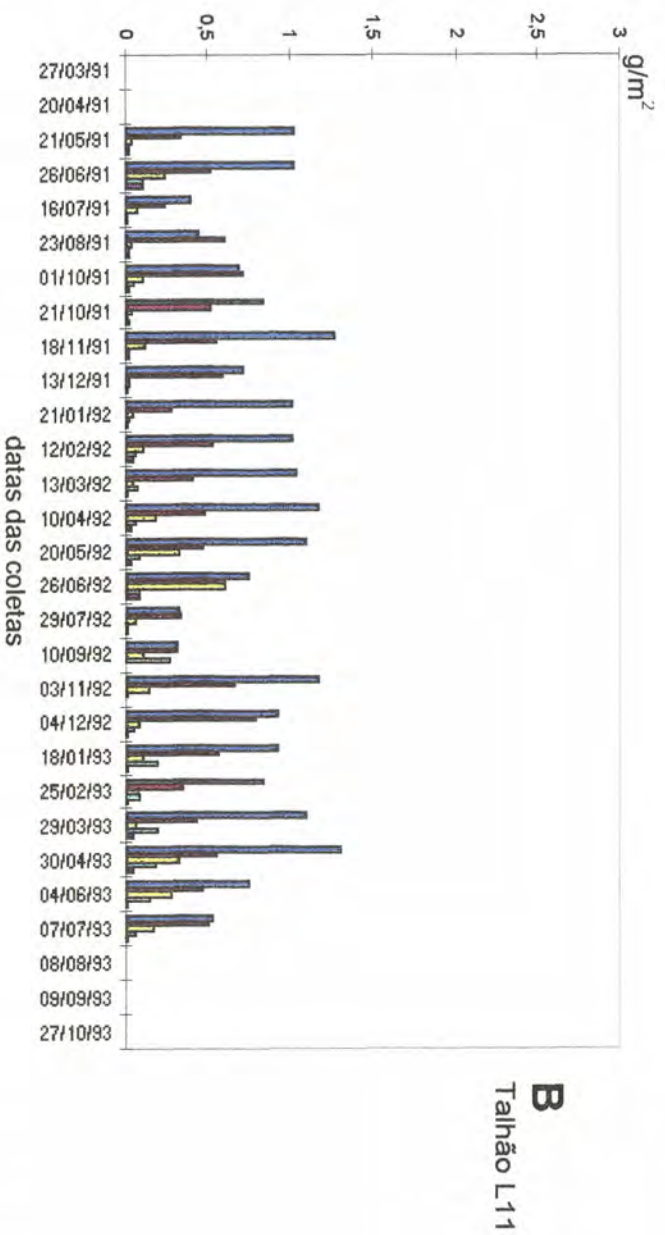
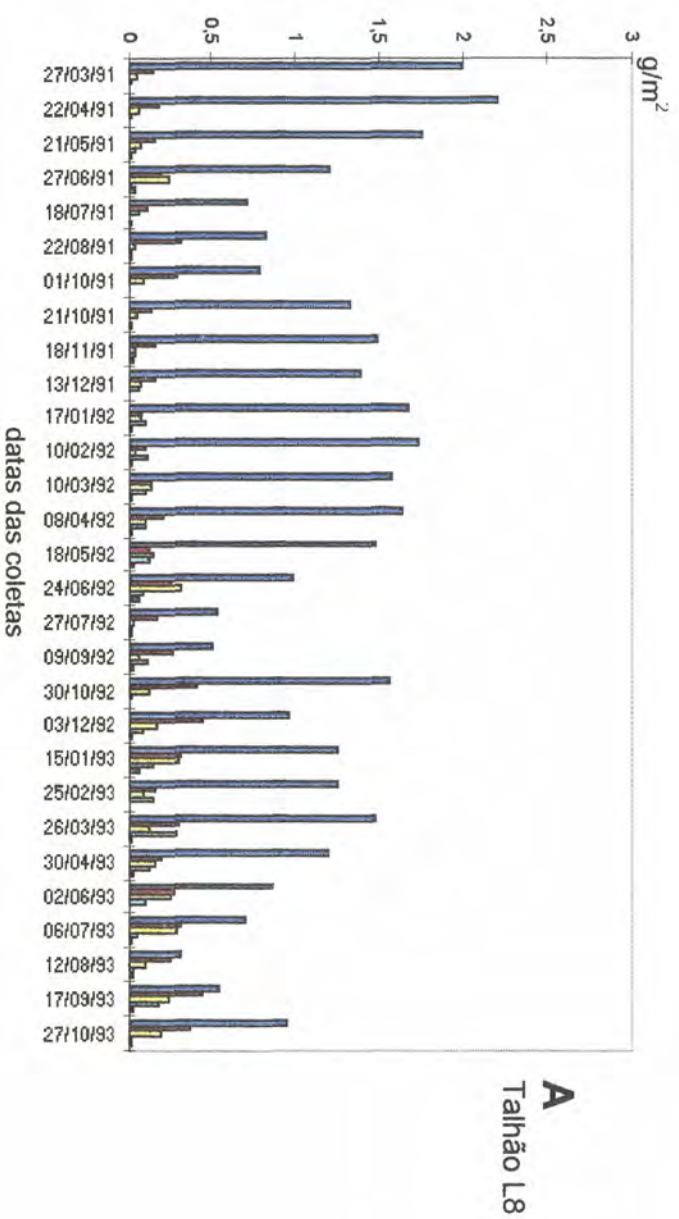


FIGURA 16. Deposição diária média de frações do folheto em dois bractings (L8 e L11), ao longo do tempo. ■ = folhas de bractinga. ■ = outras folhas. ■ = ramos. ■ = frutos. ■ = miscelânea.

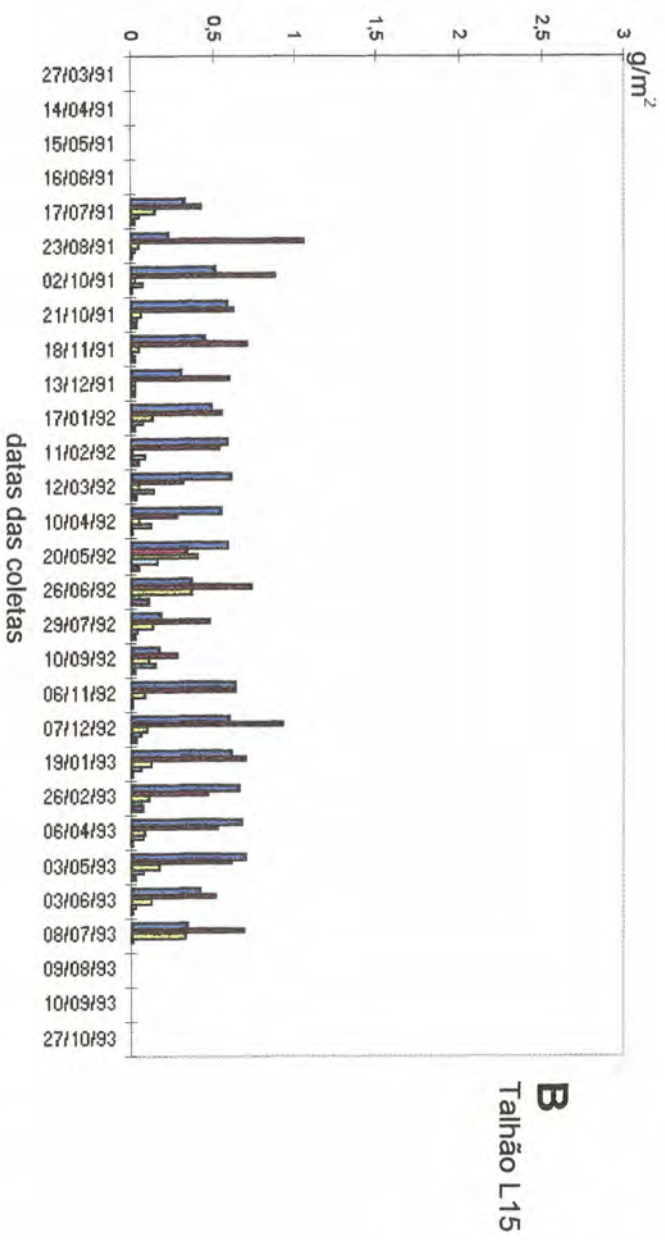
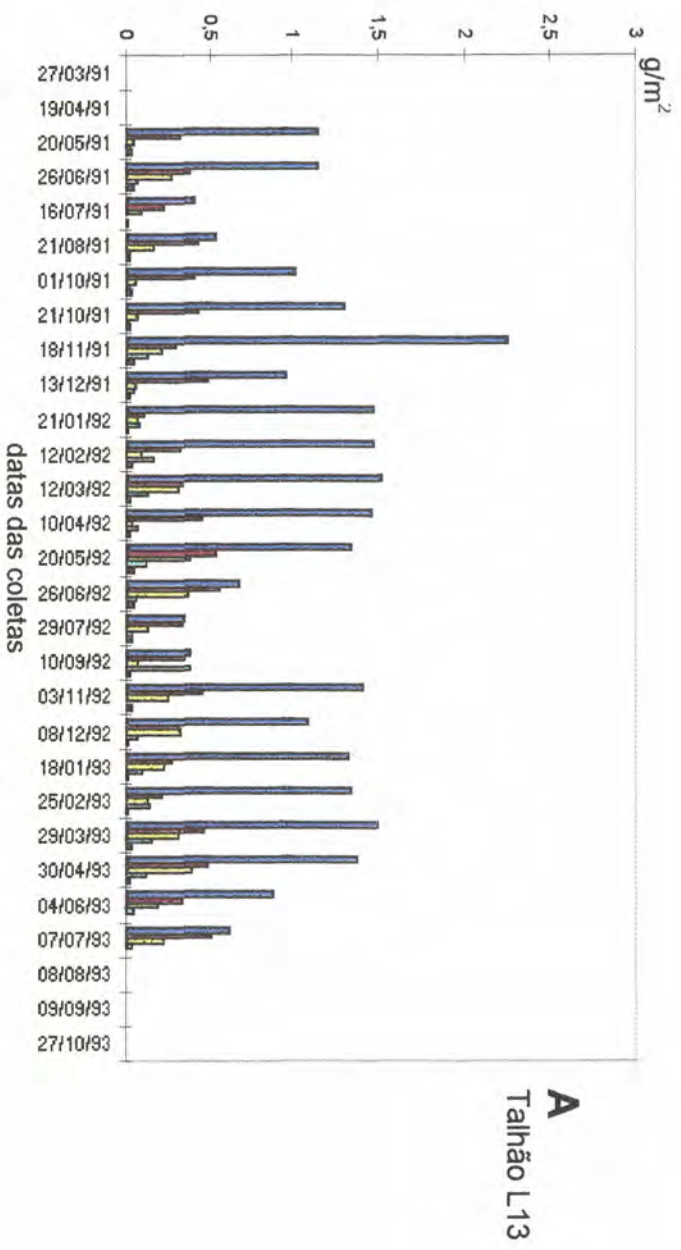


FIGURA 17. Deposição diária média de frações do folheto em dois bractatingais (L13 e L15), ao longo do tempo. ■ = folhas de bractatinga. ■ = outras folhas. ■ = ramos. ■ = frutos. ■ = miscelânea.

4.9. CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES NO PERÍODO ANUAL

A tabela 12 mostra as concentrações de nutrientes de cada fração, em cada período anual, em cada talhão. Considerando o conjunto de nutrientes, constata-se a seqüência: folhas de outras espécies > frutos > folhas de bracatinga $\geq$ miscelânea > ramos. A fração miscelânea mostrou-se a mais oscilante entre anos, dentro de um mesmo talhão (exemplos: L1, L2, L3, L6, L11), o que causou sua alternância freqüente com a fração folhas de bracatinga.

Considerando cada nutriente em separado, as frações tenderam à mesma seqüência. Uma exceção marcante foi a concentração máxima de P na fração frutos, associada a valores baixos de Ca e Mg. Também, na fração ramos os valores da concentração de Ca foram mais próximos aos das folhas de bracatinga, e às vezes, superiores.

As concentrações dos nutrientes, em cada fração do folheto ou em seu total, seguiram a ordem $N > Ca > Mg \geq K > P$. Com base em dados médios da tabela 12, constata-se que N representou, para cada fração, entre 63% (miscelânea e outras folhas) e 75% (frutos) da concentração total dos nutrientes analisados. Assim, a faixa de variação da concentração de N em cada fração do folheto (tabela 13) influenciou muito o valor total e a classificação da fração quanto às demais. Isto explica a primazia da fração outras folhas, onde associam-se concentrações elevadas dos nutrientes mais abundantes, N e Ca.

TABELA 12. Concentrações de nutrientes no folheto, em dois períodos anuais sucessivos (I e II), em doze bracingais. Idade dos talhões em anos, no momento central de cada período anual. FB = folhas de bracinga. OF = folhas de outras espécies. R = ramos. FR = frutos. M = miscelânea. nd = não determinada.

TALHÕES E IDADES	FRAÇÕES DO FOLHETO	N%		P%		K%		Ca%		Mg%		Total	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
L ₁ I = 1,5 II = 2,5	FB	2,35	2,47	0,037	0,047	0,08	0,12	0,58	0,57	0,16	0,15	3,21	3,36
	OF	2,44	2,89	0,073	0,085	0,14	0,18	1,05	0,96	0,24	0,25	3,89	4,29
	R	1,64	1,91	0,018	0,025	0,12	0,21	0,59	0,47	0,16	0,14	2,53	2,75
	FR	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	M	1,65	2,52	0,073	0,060	0,16	0,31	0,40	0,58	0,13	0,18	2,41	3,65
L ₂ I = 1,5 II = 2,5	FB	2,24	2,26	0,038	0,040	0,05	0,05	0,54	0,50	0,18	0,19	3,05	3,04
	OF	2,30	2,11	0,083	0,093	0,11	0,17	0,77	1,12	0,29	0,27	3,55	3,76
	R	1,79	1,73	0,014	0,015	0,05	0,07	0,45	0,45	0,17	0,14	2,57	2,46
	FR	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	M	2,10	1,81	0,143	0,113	0,33	0,40	0,57	0,26	0,22	0,12	3,36	2,70
L ₃ I = 2,5 II = 3,5	FB	2,28	2,58	0,033	0,040	0,15	0,15	0,88	0,78	0,15	0,14	3,49	3,69
	OF	2,45	3,19	0,065	0,080	0,25	0,25	1,12	1,16	0,22	0,26	4,10	4,94
	R	1,74	1,69	0,020	0,018	0,16	0,11	0,86	0,71	0,17	0,15	2,95	2,68
	FR	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	M	2,36	1,52	0,078	0,093	0,27	0,25	0,70	0,49	0,17	0,12	3,58	2,47
L ₄ I = 4,2 II = 5,2	FB	2,01	2,04	0,042	0,041	0,17	0,09	0,64	0,65	0,16	0,15	3,02	2,97
	OF	2,55	2,09	0,066	0,044	0,31	0,17	0,92	1,05	0,25	0,23	4,09	3,58
	R	1,37	1,37	0,026	0,021	0,10	0,08	0,54	0,56	0,15	0,13	2,18	2,18
	FR	2,95	2,52	0,108	0,083	0,25	0,19	0,45	0,50	0,13	0,13	3,89	3,42
	M	2,15	2,00	0,061	0,059	0,30	0,22	0,71	0,61	0,18	0,16	3,40	3,05

TABELA 12. continuação

TALHÕES E IDADES	FRAÇÕES DO FOLHEDO	N%		P%		K%		Ca%		Mg%		Total	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
L ₅ I = 4,2 II = 5,2	FB	2,48	2,44	0,052	0,047	0,13	0,09	0,43	0,55	0,16	0,16	3,25	3,29
	OF	2,81	2,59	0,100	0,086	0,33	0,20	1,11	1,07	0,28	0,26	4,63	4,21
	R	1,95	1,66	0,030	0,020	0,10	0,09	0,66	0,50	0,13	0,10	2,87	2,37
	FR	3,13	2,86	0,150	0,118	0,29	0,18	0,28	0,29	0,12	0,14	3,97	3,59
	M	2,29	2,41	0,075	0,085	0,23	0,34	0,68	0,77	0,20	0,17	3,48	3,78
L ₆ I = 5,2 II = 6,2	FB	2,56	2,75	0,050	0,058	0,16	0,15	0,71	0,76	0,16	0,17	3,64	3,89
	OF	3,51	3,18	0,088	0,083	0,34	0,34	1,57	1,46	0,45	0,39	5,96	5,45
	R	1,71	1,60	0,020	0,023	0,12	0,10	0,63	0,51	0,14	0,14	2,62	2,37
	FR	3,02	2,82	0,173	0,110	0,31	0,22	0,32	0,43	0,15	0,14	4,40	3,72
	M	2,15	1,53	0,045	0,043	0,20	0,14	0,90	0,64	0,18	0,14	3,47	2,49
L ₇ I = 5,0 II = 6,0	FB	2,72	2,59	0,058	0,050	0,15	0,12	0,40	0,43	0,14	0,12	3,47	3,31
	OF	3,50	3,47	0,095	0,085	0,23	0,39	0,92	0,89	0,26	0,21	5,00	5,04
	R	1,81	1,60	0,025	0,023	0,13	0,12	0,41	0,37	0,12	0,09	2,49	2,20
	FR	2,82	2,82	0,123	0,143	0,37	0,26	0,25	0,27	0,13	0,12	3,69	3,61
	M	2,74	2,33	0,073	0,065	0,24	0,27	0,71	0,52	0,17	0,15	3,93	3,33
L ₈ I = 5,2 II = 6,2	FB	2,09	2,09	0,052	0,050	0,13	0,11	0,73	0,98	0,20	0,20	3,20	3,43
	OF	2,71	2,36	0,077	0,056	0,27	0,18	1,21	1,32	0,20	0,20	4,46	4,11
	R	1,27	1,27	0,027	0,015	0,12	0,10	0,68	0,75	0,17	0,16	2,26	2,29
	FR	2,98	2,81	0,168	0,121	0,29	0,24	0,42	0,57	0,15	0,16	4,00	3,90
	M	2,25	2,03	0,071	0,080	0,29	0,31	0,84	0,80	0,19	0,18	3,64	3,40
L ₉ I = 5,2 II = 6,2	FB	2,28	2,33	0,045	0,039	0,15	0,13	0,56	0,51	0,17	0,16	3,20	3,17
	OF	3,25	2,83	0,079	0,063	0,27	0,23	1,02	1,09	0,28	0,26	4,90	4,47
	R	1,48	1,48	0,018	0,020	0,11	0,20	0,47	0,47	0,13	0,13	2,21	2,30
	FR	2,81	3,08	0,158	0,145	0,32	0,31	0,28	0,28	0,13	0,12	3,70	3,93
	M	2,03	1,62	0,043	0,050	0,13	0,30	0,58	0,59	0,15	0,15	3,38	3,05

TABELA 12. conclusão

TALHÕES E IDADES	FRAÇÕES DO FOLHEDO	N%		P%		K%		Ca%		Mg%		Total	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
L ₁₁ I = 6,3 II = 7,3	FB	2,67	2,62	0,075	0,073	0,20	0,17	0,57	0,95	0,17	0,15	3,69	3,96
	OF	3,39	3,37	0,110	0,108	0,47	0,36	1,30	1,06	0,29	0,29	5,56	5,19
	R	1,85	1,78	0,040	0,040	0,15	0,16	0,73	0,72	0,13	0,13	2,90	2,83
	FR	2,78	2,70	0,145	0,125	0,28	0,24	0,39	0,56	0,12	0,14	3,71	3,76
	M	2,69	2,20	0,105	0,098	0,37	0,43	1,06	0,75	0,19	0,16	4,41	3,64
L ₁₃ I = 9,3 II = 10,3	FB	2,31	2,58	0,045	0,083	0,14	0,15	1,08	1,14	0,15	0,15	3,72	4,10
	OF	3,01	2,92	0,070	0,078	0,36	0,32	1,15	1,25	0,30	0,24	4,89	4,81
	R	1,83	1,74	0,020	0,033	0,18	0,15	1,08	1,16	0,17	0,12	3,34	3,20
	FR	2,63	2,74	0,113	0,106	0,28	0,23	0,53	0,66	0,12	0,13	3,67	3,87
	M	2,17	1,68	0,070	0,055	0,32	0,33	1,14	1,02	0,22	0,19	3,92	3,27
L ₁₅ I = 12,2 II = 13,2	FB	2,60	2,64	0,061	0,056	0,17	0,17	0,46	0,45	0,23	0,23	3,52	3,55
	OF	3,02	2,77	0,083	0,075	0,40	0,28	0,95	0,91	0,35	0,31	4,73	4,28
	R	2,06	2,04	0,048	0,045	0,12	0,12	0,57	0,59	0,16	0,15	2,96	2,95
	FR	2,97	2,70	0,145	0,114	0,25	0,18	0,32	0,40	0,19	0,20	3,88	3,59
	M	2,70	2,65	0,083	0,098	0,30	0,31	0,60	0,41	0,24	0,20	3,92	3,67

TABELA 13. Faixa de variação dos valores médios anuais da concentração de nutrientes no folheto, em doze bracatingais. Valores selecionados em dois períodos anuais e consecutivos de medição. FB = folhas de bracatinga. OF = folhas de outras espécies. R = ramos. FR = frutos. M = miscelânea.

FRAÇÕES DO FOLHETO	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	Total
FB	2,01 a 2,72	0,033 a 0,083	0,05 a 0,20	0,40 a 1,14	0,12 a 0,23	2,97 a 4,10
OF	2,09 a 3,87	0,044 a 0,110	0,11 a 0,47	0,77 a 1,57	0,20 a 0,45	3,55 a 5,96
R	1,27 a 2,04	0,014 a 0,048	0,06 a 0,20	0,37 a 1,16	0,09 a 0,17	2,20 a 3,34
FR	2,52 a 3,13	0,083 a 0,173	0,18 a 0,37	0,25 a 0,66	0,12 a 0,20	3,42 a 4,40
M	1,52 a 2,74	0,043 a 0,143	0,13 a 0,43	0,26 a 1,06	0,12 a 0,24	2,41 a 4,41

4.10. VARIAÇÃO ESTACIONAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES

Por questão de custos, somente as amostras de algumas frações, e somente em alguns talhões, foram analisadas quimicamente em todas as coletas. Os resultados são apresentados nas figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23.

Nas folhas de bracatinga, as concentrações de N variaram inversamente à temperatura mensal, sendo menores no período mais quente do ano (até meados do outono), e mais elevadas no inverno (figuras 18 e 19). A variação nas concentrações de Ca apresentou-se, em vários momentos, oposta à de N, como é esperado pelos padrões distintos de mobilidade destes elementos dentro das plantas (exemplos: figura 18 A, últimas coletas de 1992; figura 19 A, primavera de 1991).

Nas folhas de outras espécies, as variações temporais de N e Ca, e suas relações, foram pouco claras. Houve tendência de redução da concentração de N no verão, principalmente em seu início, com duração distinta

entre talhões; os povoamentos mais jovens, constituem exceções, no segundo período anual (figuras 20 e 21, talhões L4 e L2). A variação de Ca mostrou-se heterogênea, e não permite apontar tendências; somente em dois dos talhões analisados (figura 21), ela comportou-se como esperado em relação à variação de N.

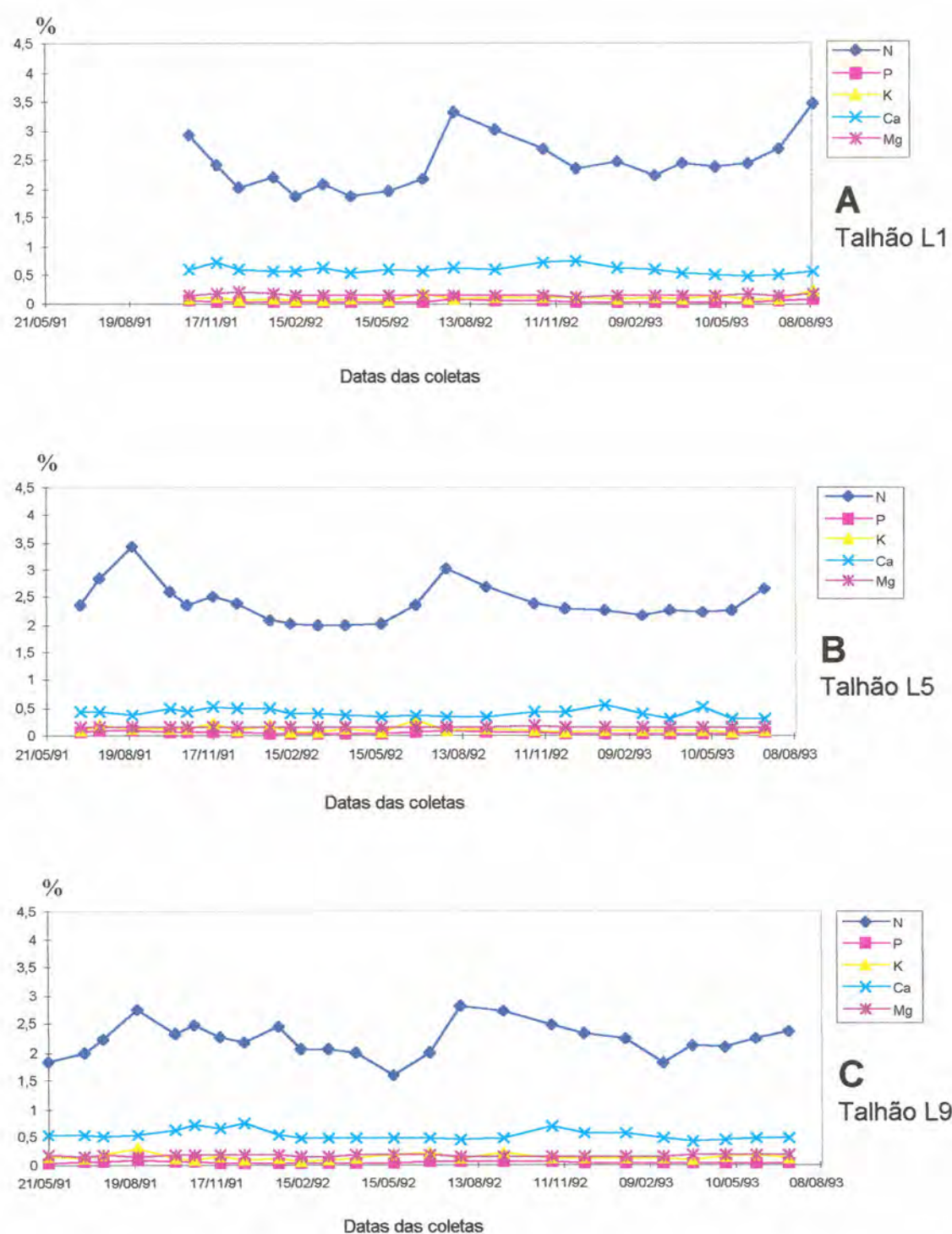


FIGURA 18. Concentrações de nutrientes na fração “folhas de bracatinga” do folheto em três bracatingais (L1, L5, L9), ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.

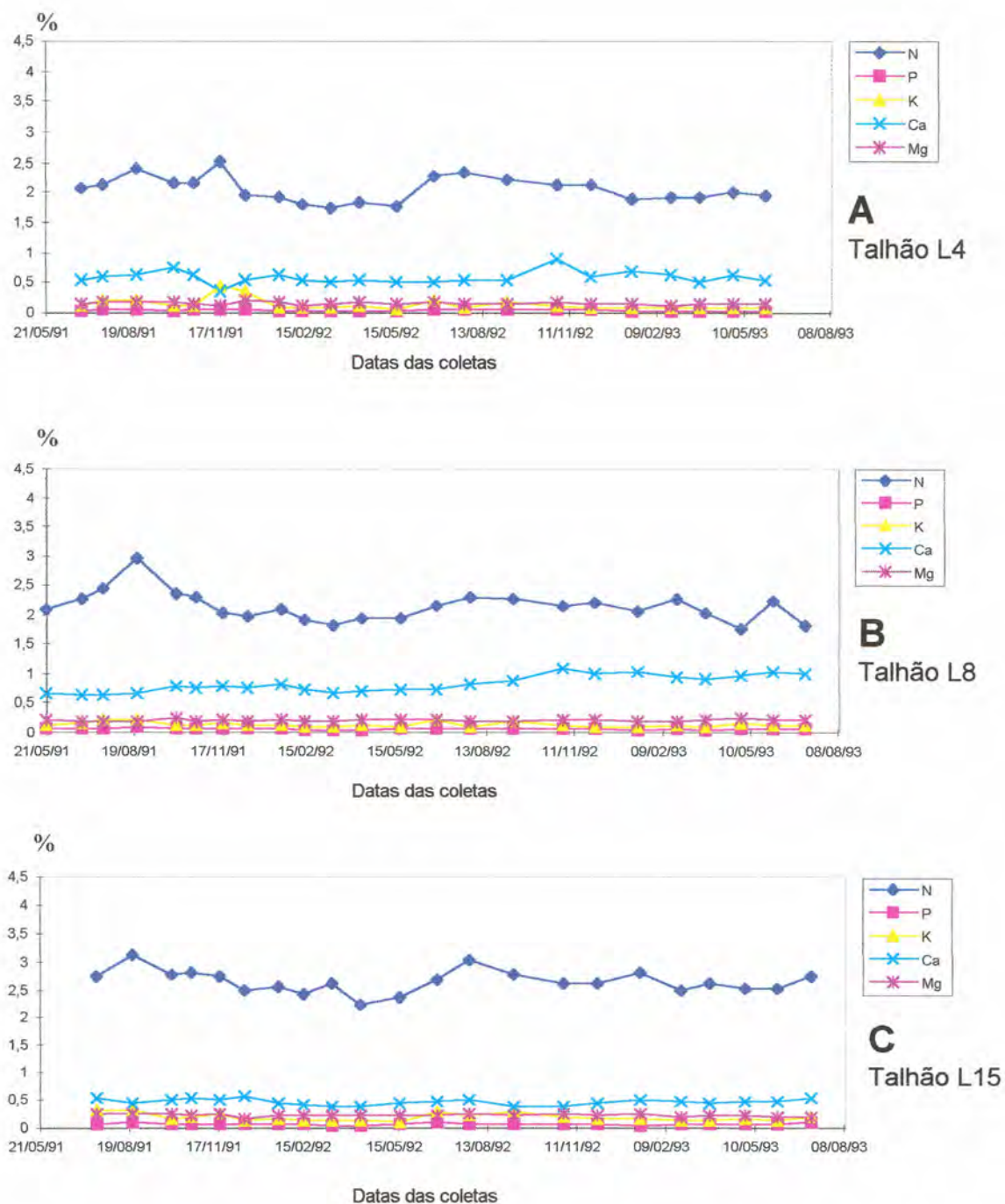


FIGURA 19. Concentrações de nutrientes na fração “folhas de bracinga” do folheto em três bracingais (L4, L8, L13), ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.

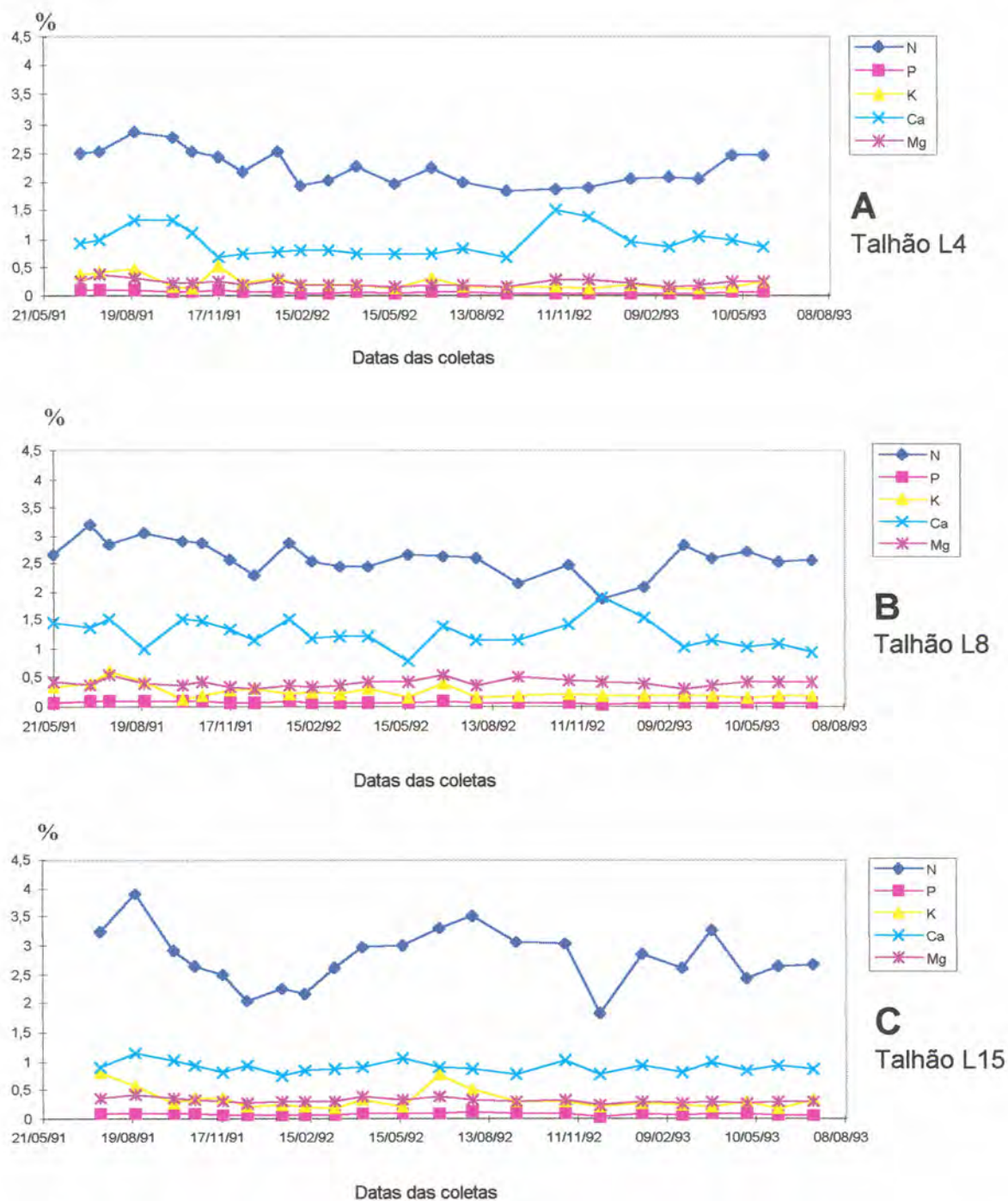


FIGURA 20. Concentrações de nutrientes na fração “outras folhas” do folheto em três bracatingais (L4, L8, L13), ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.

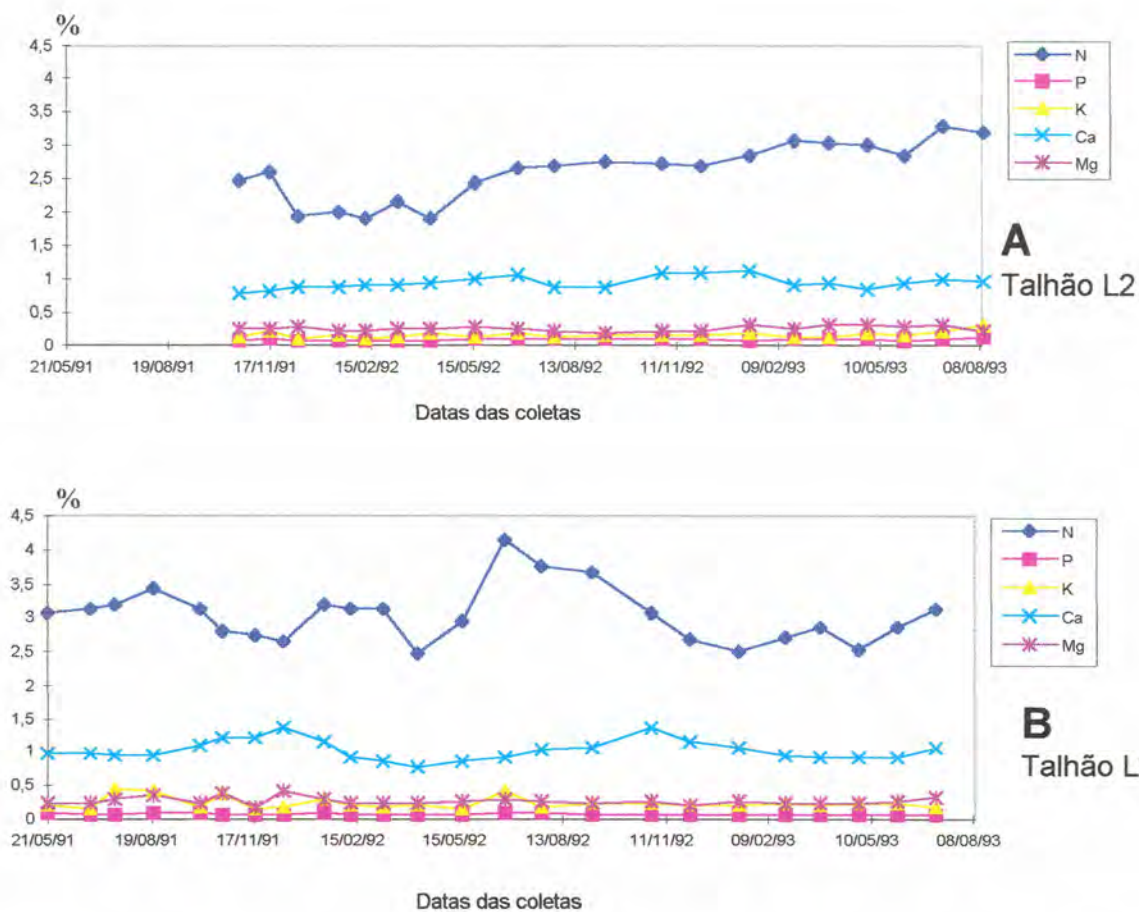


FIGURA 21. Concentrações de nutrientes na fração “outras folhas” do folheto em dois bracingais (L2, L9), ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.

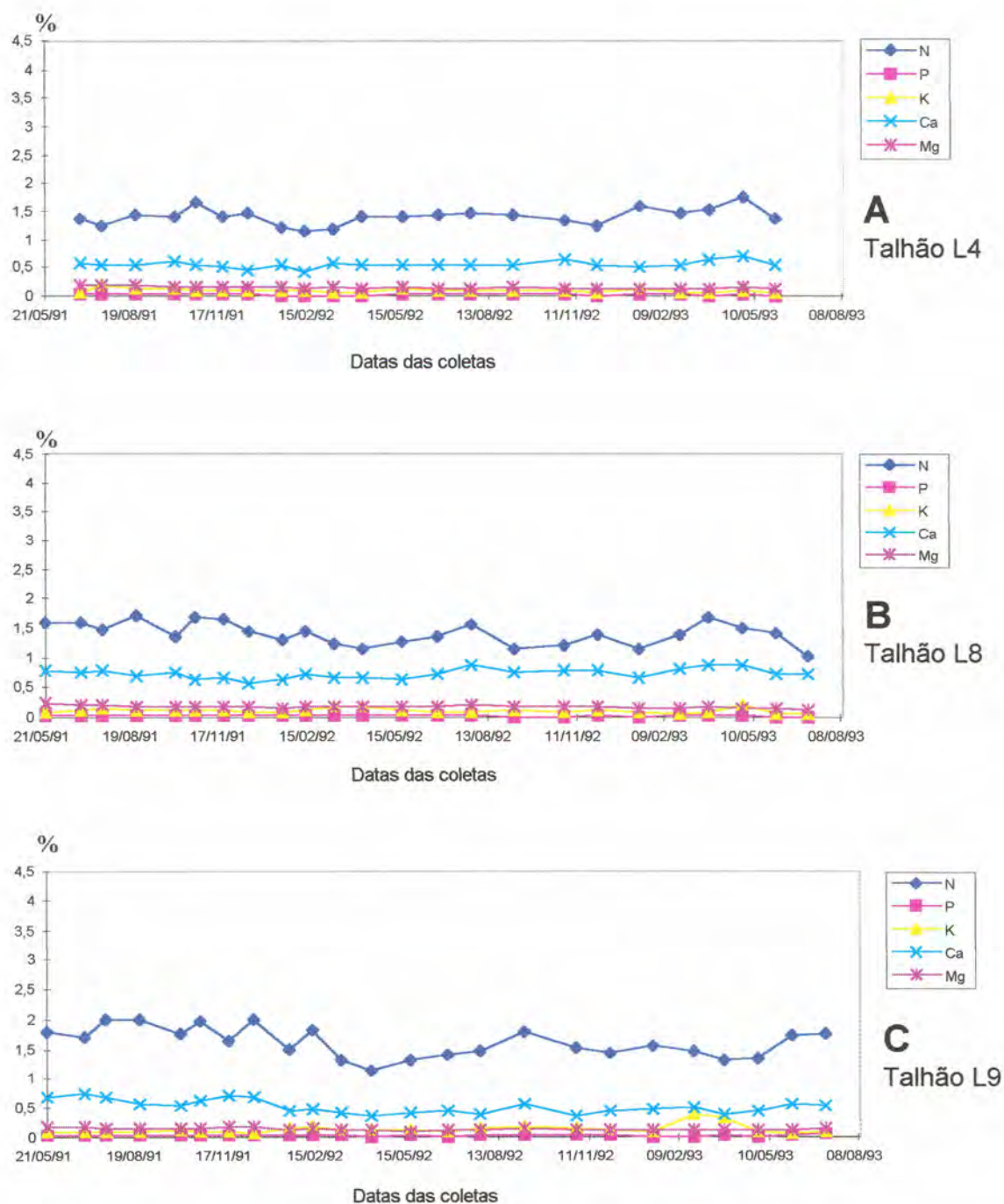


FIGURA 22. Concentrações de nutrientes na fração “ramos” do folheto em três bracingais (L4, L8, L9), ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.

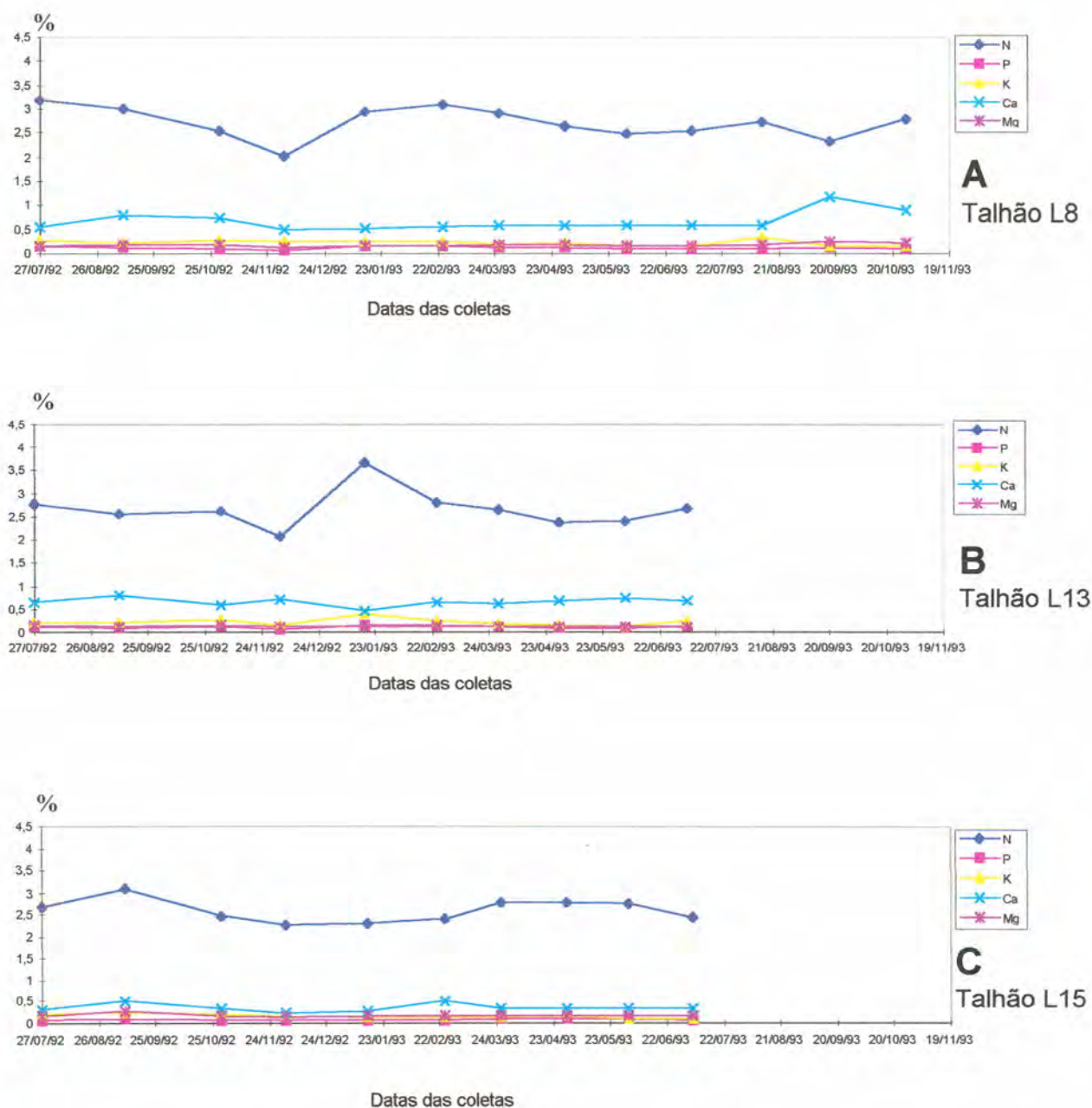


FIGURA 23. Concentrações de nutrientes na fração “frutos” do folheto em três bractatingais (L8, L13, L15), ao longo do tempo. Os períodos de observação e as datas de coletas não são, obrigatoriamente, coincidentes.

4.11. DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES NO PERÍODO ANUAL

A deposição anual do total de nutrientes, considerando todos os bracatingais, situou-se entre 161 kg/ha e 276 kg/ha (tabela 14). Ambos os extremos ocorreram em talhões com idades próximas (talhões L9 e L11), e a diferença decorreu, principalmente, dos valores da fração outras folhas.

A tabela 14, e sua representação parcial baseada em valores médios (figura 24), revelam algumas tendências a respeito da deposição anual de nutrientes das principais frações, em função da idade. A contribuição da fração folhas de bracatinga atingiu o máximo entre 1 ano e 6 anos de idade, aproximadamente. A contribuição das folhas das outras espécies aumentou continuamente com a idade, mas de modo mais intenso a partir de 8 anos, aproximadamente, e superou a participação das folhas de bracatinga após os 10 anos. As frações ramos e frutos tiveram valores muito baixos até a idade de 3 anos; a partir daí, estabilizaram-se em valores anuais entre 4 kg/ha e 23 kg/ha (tabela 14). A deposição total anual de nutrientes foi elevada desde o início (figura 24), e não mostrou indícios de declínio na faixa etária investigada.

O nitrogênio foi o elemento mais abundante do folheto (figura 24), com valores anuais, considerando separadamente os talhões, entre 114 kg/ha e 190 kg/ha, seguido pelo cálcio, cujos extremos foram 26 kg/ha e 78 kg/ha (tabela 14). A deposição de fósforo, o elemento menos abundante, situou-se entre 2 kg/ha e 6 kg/ha.

TABELA 14. Quantidades anuais (kg/ha) de deposição de nutrientes, através do folheto, em doze bractingais, em dois períodos anuais sucessivos (I e II). Idade do talhão em anos, no momento central de cada período anual. FB = folhas de bractinga. OF = folhas de outras espécies. R = ramos. FR = frutos. M = miscelânea. nd = não determinada.

TALHÕES E IDADES	FRAÇÕES DO FOLHETO	N		P		K		Ca		Mg		Total	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
L ₁ I = 1,5 II = 2,5	FB	122,4	143,4	1,9	2,7	4,3	7,1	30,4	33,3	8,2	8,5	167,2	195,0
	OF	7,4	5,8	0,2	0,2	0,4	0,4	3,2	1,9	0,7	0,5	11,9	8,8
	R	0,9	5,4	0,01	0,1	0,1	0,6	0,3	1,3	0,1	0,4	1,4	9,2
	FR	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd
	M	0,1	0,5	0,01	0,01	0,01	0,1	0,02	0,2	0,01	0,04	0,1	0,8
	Total	130,8	>155,1	2,1	>3,0	4,8	>8,2	33,9	>36,7	9,0	>9,4	180,6	>213,8
L ₂ I = 1,5 II = 2,5	FB	113,6	135,5	1,9	2,4	2,8	3,2	27,4	29,9	7,4	11,6	153,1	182,6
	OF	6,4	2,8	0,2	0,1	0,3	0,2	2,1	1,5	0,8	0,4	9,8	5,0
	R	1,2	4,9	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,3	1,3	0,1	0,4	1,4	6,8
	FR	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd
	M	0,4	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,6	0,7
	Total	121,6	>143,7	2,1	>2,5	3,2	>3,7	29,9	>32,8	8,3	>12,4	165,1	>195,1
L ₃ I = 2,5 II = 3,5	FB	111,6	150,1	1,6	2,3	7,2	8,7	43,0	45,5	7,5	8,0	170,9	214,6
	OF	4,4	3,0	0,1	0,1	0,4	0,2	2,0	1,1	0,4	0,2	7,3	4,6
	R	0,6	2,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,3	1,0	0,1	0,2	1,0	3,6
	FR	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd	0	nd
	M	0,4	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,3
	Total	117,0	>155,6	1,7	>2,4	7,6	>9,0	45,4	>47,7	8,00	>8,4	179,7	>223,1
L ₄ I = 4,2 II = 5,2	FB	106,7	110,5	2,2	2,2	8,9	5,4	34,4	35,6	8,6	8,2	160,8	161,9
	OF	13,8	12,8	0,4	0,3	1,7	0,8	5,1	6,5	1,4	1,4	22,4	21,8
	R	10,6	8,2	0,2	0,1	0,8	0,5	4,1	3,4	1,2	0,8	16,9	13,0
	FR	7,6	9,3	0,3	0,3	0,6	0,7	1,2	1,8	0,4	0,5	10,1	12,6
	M	2,8	0,8	0,1	<0,1	0,4	0,1	0,9	0,2	0,2	0,1	4,4	1,2
	Total	141,5	141,6	3,2	2,9	12,4	7,5	45,7	47,5	11,8	11,0	214,6	210,5

TABELA 14. continuação

TALHÕES E IDADES	FRAÇÕES DO FOLHEDO	N		P		K		Ca		Mg		Total	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
L ₅ I = 4,2 II = 5,2	FB	151,8	146,1	3,2	2,9	8,5	5,4	26,5	33,3	9,7	7,4	199,7	195,1
	OF	5,3	3,4	0,2	0,1	0,6	0,3	2,1	1,4	0,5	0,3	8,7	6,1
	R	7,2	9,7	0,1	0,1	0,4	0,5	2,4	2,9	0,5	0,6	10,6	13,8
	FR	7,2	12,7	0,3	0,5	0,7	0,8	0,7	1,3	0,3	0,6	9,2	15,9
	M	0,1	0,7	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	1,6	1,1
	Total	172,5	172,6	3,9	3,6	10,3	7,1	32,0	39,1	11,1	9,0	229,8	232,0
L ₆ I = 5,2 II = 6,2	FB	119,4	132,6	2,3	2,8	7,3	7,2	33,1	36,5	7,7	8,0	169,8	187,1
	OF	12,0	11,4	0,3	0,3	1,2	1,2	5,4	5,0	1,5	1,3	20,4	19,2
	R	12,9	14,5	0,1	0,2	0,9	0,9	4,8	4,6	1,0	1,2	19,7	21,4
	FR	2,0	3,4	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,5	0,1	0,2	2,6	4,4
	M	1,0	0,4	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,4	0,1	0,1	<0,1	1,6	0,6
	Total	147,3	162,3	2,8	3,4	9,7	9,7	43,9	46,7	10,4	10,7	214,1	232,7
L ₇ I = 5,0 II = 6,0	FB	132,7	127,6	2,8	2,5	7,5	5,9	19,8	21,5	6,8	5,9	170,6	163,4
	OF	17,4	6,8	0,5	0,2	1,2	0,8	4,6	1,8	1,3	0,4	25,0	10,0
	R	9,1	8,2	0,1	0,1	0,7	0,6	2,1	1,9	0,6	9,5	12,6	21,3
	FR	7,2	11,6	0,3	0,6	0,9	1,1	0,6	1,1	0,3	0,5	9,3	14,9
	M	1,3	0,5	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,3	0,1	0,1	<0,1	1,8	0,7
	Total	167,7	154,7	3,7	3,3	10,4	8,5	27,4	26,4	9,1	7,4	219,3	200,3
L ₈ I = 5,2 II = 6,2	FB	97,8	81,6	2,4	1,9	6,0	4,4	34,3	38,2	9,3	7,9	149,3	134,0
	OF	18,0	25,2	0,5	0,6	1,8	1,9	8,0	14,1	1,3	1,9	29,6	43,7
	R	4,8	7,5	0,1	0,1	0,4	0,6	2,6	4,4	0,7	0,9	8,6	13,5
	FR	6,7	10,8	0,4	0,5	0,7	0,9	0,9	2,2	0,3	0,6	9,0	15,0
	M	1,3	1,2	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,5	0,5	0,1	0,1	2,1	2,0
	Total	128,6	126,3	3,4	3,1	9,1	8,0	46,3	59,4	11,7	11,4	198,6	208,2

TABELA 14. conclusão

TALHÕES E IDADES	FRAÇÕES DO FOLHEDO	N		P		K		Ca		Mg		Total	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
L ₉ I = 5,2 II = 6,2	FB	95,5	103,9	2,0	1,8	5,9	5,7	23,8	22,5	7,4	7,4	134,6	141,3
	OF	6,1	5,6	0,1	0,1	0,5	0,5	2,0	2,2	0,5	0,5	9,2	8,9
	R	7,4	5,1	0,1	0,1	0,6	0,7	2,4	1,7	0,6	0,4	11,1	8,0
	FR	3,8	2,9	0,2	0,1	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	5,0	3,4
	M	0,8	0,6	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,2	<0,1	<0,1	1,1	0,9
	Total	113,6	118,1	2,4	2,1	7,4	7,3	28,8	26,9	8,7	8,4	161,0	162,8
L ₁₁ I = 6,3 II = 7,3	FB	118,1	101,3	3,3	2,8	9,0	6,4	25,1	36,6	6,8	5,9	162,3	153,0
	OF	48,6	44,6	1,4	1,4	6,7	4,7	18,7	14,0	4,1	3,9	79,5	68,6
	R	12,1	14,4	0,3	0,3	1,0	1,3	4,8	5,8	0,9	1,0	19,1	22,8
	FR	7,6	10,9	0,4	0,5	0,8	1,0	1,1	2,2	0,3	0,6	10,2	15,2
	M	3,3	1,6	0,1	0,1	0,5	0,3	1,3	0,5	0,2	0,1	5,4	2,6
	Total	189,7	172,8	5,5	5,1	18,0	13,7	51,0	59,1	12,3	11,5	276,5	262,1
L ₁₃ I = 9,3 II = 10,3	FB	73,4	78,8	1,4	2,5	4,6	4,7	34,4	34,7	4,9	4,4	118,7	125,1
	OF	56,4	54,8	1,3	1,4	6,7	5,9	21,5	23,3	5,7	4,6	91,6	90,0
	R	10,6	9,1	0,1	0,2	1,0	0,8	6,3	6,1	1,0	0,6	19,0	16,8
	FR	4,8	12,5	0,2	0,5	0,5	1,0	1,0	3,0	0,2	0,6	6,7	17,6
	M	2,6	0,9	0,1	<0,1	0,4	0,2	1,3	0,6	0,3	0,1	4,7	1,8
	Total	147,8	156,1	3,1	3,9	13,2	12,6	77,7	67,7	12,1	10,3	253,9	251,3
L ₁₅ I = 12,2 II = 13,2	FB	43,8	49,3	1,0	1,0	2,9	3,1	7,7	8,5	3,9	4,2	59,3	66,1
	OF	67,1	58,3	1,8	1,6	8,9	5,9	21,0	19,2	7,8	6,5	106,6	91,5
	R	10,2	9,8	0,2	0,2	0,6	0,6	2,8	2,9	0,8	0,7	14,6	14,2
	FR	7,5	5,5	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,8	0,5	0,4	9,8	7,3
	M	3,5	2,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,8	0,3	0,3	0,2	5,1	2,9
	Total	132,1	125,0	3,5	3,1	13,4	10,2	33,1	31,7	13,3	12,0	195,4	182,0

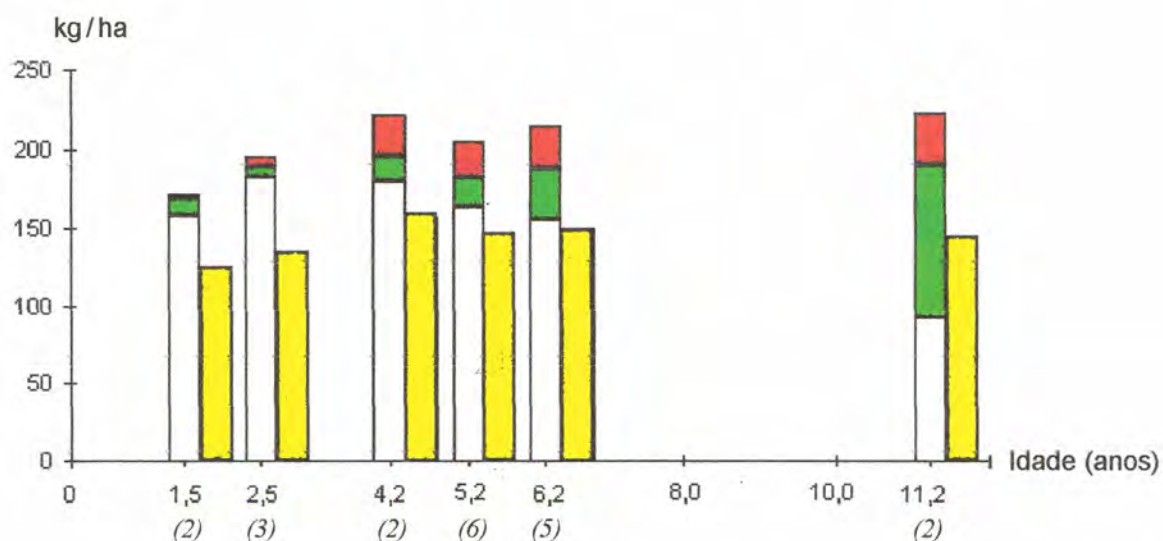


FIGURA 24. Quantidade anual total de nutrientes, e quantidade anual de N isoladamente, depositadas pelo folheto em bracatingais, em função da idade. Valores médios de bracatingais de mesma idade ou próximas. Idade do talhão no momento central do período anual considerado. (n) = número de conjuntos de valores anuais que deram origem à média. □ = folhas de bracatinga. ■ = folhas de outras espécies. ■ = demais frações do folheto. ■ = N.

5. DISCUSSÃO

5.1. CHUVA DE SEMENTES

Além das diferenças de rugosidade externa entre as vagens das duas variedades de *Mimosa scabrella*, suas sementes diferem: as da variedade típica (var. *scabrella*) são achatadas e lisas; as da variedade *aspericarpa* são angulosas. Durante todo o período de medições, vagens ou sementes da variedade *aspericarpa* foram notadas em quantidades muito baixas, em poucas bandejas de poucos talhões. A época da queda de sementes, concentrada no verão em todos os talhões investigados, concorda com o padrão já observado na coleta comercial de sementes da variedade típica (EMBRAPA, 1988).

Outros dois pequenos picos foram observados em alguns povoamentos sempre associados com a variedade típica. Na coleta referente ao período 19.05.92 a 26.06.92, o pequeno pico aos 170 dias (figuras 5B, 5C, 5D, 6B) foi motivado pela deposição de vagens senis, ainda contendo sementes. Coincidentemente, houve precipitações elevadas em maio e, principalmente, um vendaval com ventos muito fortes em 17.05.92, seguido de chuvas nos dias seguintes. A manutenção de valores elevados, ou arrefecimento do decréscimo de deposição de sementes na coleta de início de abril de 1993 (figuras 4A, 5D, 6A, 6B, cerca de 460 dias) deveu-se possivelmente a tempestades, não havendo vinculação visível com dados mensais de clima (figura 3). Como os eventos tiveram baixa repetibilidade entre talhões e entre anos, e coeficientes de variação elevados, nenhum deles pode ser considerado característico da variação

temporal da dispersão de sementes da bracatinga.

A idade da primeira floração da bracatinga, a partir de meados do segundo ano (tabela 11, talhões L1 e L2), concorda com observações anteriores, como as de PICADO (1985). Os talhões do sistema agroflorestal tradicional, nesta idade, têm população elevada, comumente acima de 10.000 plantas/ha, o que causa floradas pouco expressivas, e produções nulas ou muito pequenas de sementes.

A produção de sementes apresentou um aumento expressivo no transcorrer do quinto ano de vida (tabela 3, talhão 11). Isto implica, considerando que as queimadas para regeneração natural ocorrem comumente em outubro, em capacidade de floração maciça a partir de 45 meses de idade e dispersão das sementes a partir de 50 meses, aproximadamente. Como corroboração, a partir desta idade, os dados da fração frutos — que inclui todas as estruturas reprodutivas da bracatinga presentes no folheto — situam-se em um patamar mais elevado (tabela 11). Os bancos de sementes (tabela 5, talhões B5 e B10 versus B4 e B23) também aumentam expressivamente nesta idade, indicando vinculação forte entre o banco de sementes e a chuva de sementes anterior. A intensificação da produção de sementes a partir do quinto ano está ligada, provavelmente, à redução da densidade dos povoamentos até um nível crítico, próximo de 2200 plantas/ha (tabela 2; EMBRAPA, 1988).

Em bracatingais em idades aptas à reprodução, ocorrem variações acentuadas de produção de sementes, entre anos (exemplo: figura 5B). Considerando o início de cada ano como referência, registros do autor e outras fontes indicam, no passado recente, uma quantidade inesperada de anos com

et al., 1987). Todavia, os anos relativamente frequentes de frutificação deficiente ou nula estão em desacordo com a classificação, e permitem conjecturar se a bracatinga é espécie introduzida na região. Devido ao seu alastramento por causas antrópicas, inclusive fomento por via postal (DISTRIBUIÇÃO ..., 1942), a área original de distribuição natural da espécie, e seus habitats naturais, talvez não possam ser determinados. Espécies brasileiras de *Mimosa* são, geralmente, heliófilas e próprias de campos (BURKART, 1979), que são ambientes repetidamente perturbados, portanto próprios à seleção de espécies invasoras. Como paralelo à hipótese para a bracatinga, *M. bimucronata* é invasora no exterior (OLIVEIRA, 19 , p.) e, aparentemente no Brasil, por exemplo em áreas úmidas no interior do estado de São Paulo em décadas recentes. Todavia, *M. bimucronata* tem características distintas da bracatinga e mais apropriada ao perfil de invasora, como não-facilitação às espécies de sub-bosque (KLEIN,), frutificação precoce e abundante, capacidade de rebrotação e maior adaptação a sítios marginais, como terrenos muito pedregosos ou muito úmidos.

A variedade *aspericarpa* floresce na primavera, geralmente entre meados de dezembro e de outubro, e para ela não há relatos de anos frequentes de produção baixa de sementes. Todavia, não há indício - por exemplo, alguma população natural - indicando que ela seja nativa da região.

No sistema agroflorestal tradicional da bracatinga, a idade de corte usual, dita como aos sete anos corresponde, a rigor, a área de 78 meses ou 6,5 anos. A exploração dos bracatingais inicia-se cerca de abril e demora alguns meses, mesmo os talhões sendo pequenos. Depois, os resíduos são deixados a secar, e a queima nunca ocorre antes de meados de setembro, pelas

necessidades das culturas agrícolas ou, quando estas não são feitas, para evitar danos de geadas tardias às plantinhas de bracatinga. Assim, a rigor, o que ocorre a cada sete anos é a queima de resíduos; isto significa que, ordinariamente, o banco de sementes receberá contribuições de três chuvas de sementes em cada rotação. Em uma temporada favorável, como 1992-93, a chuva de sementes viáveis em bracatingais pode ser estimada em torno de $300/\text{m}^2$, mas pode cair a menos de $10/\text{m}^2$ em uma temporada desfavorável, como 1993-94 (tabela 4).

A chuva de sementes do arbusto *Mimosa pigra*, invasor na Austrália cerca de 100 vezes maior que a de populações de arbustos nativos do local ou 30 vezes à da bracatinga, é atribuída à ausência de inimigos naturais (LONSDALE, 1988). Os valores da bracatinga são, também, inferiores aos da chuva anual de sementes viáveis de *Cecropia obtusifolia* sob suas copas, em florestas naturais, cerca de $900/\text{m}^2$ (ALVAREZ-BUYLLA & MARTINEZ-RAMOS, 1990). No tocante ao potencial de regeneração da espécie, entretanto, o valor da chuva de sementes em si é pouco importante. Por exemplo, no caso citado de *Cecropia obtusifolia*, a expectativa de sementes que permanecem viáveis após um ano no solo é próxima a 3%; o banco de sementes da espécie decorre, fundamentalmente, da produção contínua de sementes.

5.2. VARIAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES COM A IDADE DOS TALHÕES

A dispersão de sementes de bracatinga dá-se por barocoria, não havendo notícia de dispersão secundária por algum animal, o que concorda com o comportamento atribuído a todo o gênero *Mimosa* por BARNEBY (1991, p.17). A dependência exclusiva de sementes autóctones, para a regeneração, enquadra

a bracatinga como pouco difícil de erradicar, em contraponto a espécies com dispersão a longa distância e com capacidade de rebrota (NOBLE & SLAYTER, 1980). Adicionalmente, a bracatinga é muito sensível à competição inter-específica e é exigente em clima frio e sem déficit hídrico, tendo duração de vida abreviada quando fora de seu ambiente climático ótimo.

A queima de resíduos, para indução da regeneração natural no início de cada rotação, causa o esgotamento ou depleção muito acentuada do banco de sementes da bracatinga. Seu re-preenchimento começa a ocorrer com pelas primeiras chuvas de sementes com idades superiores a 50 meses (tabela 5). Enquanto o banco de sementes não é formado, a ocorrência de incêndios acidentais causa a erradicação da bracatinga, cujas árvores são sensíveis ao fogo e não rebrotam após sua passagem. Nestes casos, na região metropolitana de Curitiba, a vegetação substituta é dominada, geralmente, por asteráceas nativas, ervas ruderais e rebrotações de cepa de espécies lenhosas. A re-instalação local do bracingal depende de plantio, que comumente é feito por semeadura direta no campo, com cultivos agrícolas intercalares no primeiro semestre.

O banco de sementes de bracatinga pode ser classificado como permanente no conceito estrito (GARWOOD, 1989), pelos valores constatados no talhão B18 e nas camadas profundas do talhão B2 (tabela 5). Os valores destes talhões, bastante modestos, exprimem o tamanho do banco que passa de uma rotação a outra, dentro das práticas do sistema tradicional de cultivo. A idade associada às sementes das camadas profundas de B2, cerca de 54 meses a contar da última chuva de sementes da rotação anterior, constitui por ora a

duração máxima comprovada de sementes de bracatinga no banco.

Não obstante ser permanente, a manutenção do banco de sementes da bracatinga depende bastante da produção de sementes a cada ano, como visto (item 4.6.), devido à taxa anual de depleção ser relevante. Situação similar é relatada por KEELLEY (1977) para algumas espécies de chaparral da Califórnia, cujos bancos de sementes são pequenos em relação às produções anuais de sementes. Segundo o autor, mesmo em talhões com muitos anos de frutificação, o banco de sementes não representa uma acumulação estável de sementes, mas depende da flutuação dinâmicas da chuva (muito afetada por condições climáticas) e da depleção, que é acentuada.

Os valores médios dos bancos de sementes de bracatinga na idade usual de corte, cerca de 78 meses, situam-se entre 92/m² e 191/m² (tabela 5), tendo sido avaliados em 1993, cuja chuva de sementes foi elevada (tabela 3). Mesmo considerando perdas durante a queima de resíduos, a faixa de valores é bastante para atingir a densidade de plantas desejada no início da rotação do sistema tradicional, 1 planta/m² após capinas dos cultivos agrícolas. Emergência insuficiente após queimadas, em decorrência de banco de sementes pequeno, por causa patente de anos sucessivos de baixa produção de sementes, não tem sido noticiados. Todavia, fracassos ocorrem, e são atribuídos, pelos agricultores, às características da queimada. É provável que parte deles sejam associados ao banco de sementes inadequado, cujas características são, sempre, desconhecidas pelos agricultores.

Os agentes de enterramento de sementes em bracatingais não são conhecidos; minhocas comumente inexistem, pois os solos são ácidos.

Nos bracatingais em pé, os agentes de depleção do banco de sementes da bracatinga também não são conhecidos; repetidas observações excluem a ação de formigas. Sementes de acácia-negra, *Acacia mearnsii*, no Rio Grande do Sul, são concentradas em formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em grande quantidade (Antonio R. Higa, comunicação pessoal). Todavia, sementes de *Acacia* possuem arilos ou frutos carnosos que atraem formigas ou pássaros (O'DOWN & GILL, 1986); a bracatinga não possui nenhum destes atrativos. A predação dos roedores é uma incógnita, necessitando averiguação experimental adequada, voltada para ratos; animais maiores, como cutias e pacas, não são comuns em bracatingais.

Nos bracatingais em pé, a deterioração de sementes, ou a morte de platinhas recém-emergidas, também constituem hipóteses de depleção do banco a serem testadas. Estas hipóteses são favorecidas pela serrapilheira espessa, ausência de déficit hídrico e concentração da deposição de sementes no início do verão chuvoso. CAMPOS ARCE & BAUER (1985), provavelmente referindo-se a observações feitas na América Central, relatam sumariamente que sementes frescas de bracatinga germinam prontamente, sem tratamentos prévios, e que a dormência acentua-se com o armazenamento. No Brasil inexistem informações a respeito de sementes recém-colhidas; todavia, resultados de alguns experimentos de germinação, sem indicação de idade das sementes, revelam que quantidades apreciáveis delas não têm dormência: 38% no caso de FONSECA (1982, p.41); 29% no caso de ROTH (1982). As condições ambientais do piso dos bracatingais não favorecem, de modo algum, a instalação de dormência secundária nas sementes.

Em bracingais entre nove anos e 12 anos, o banco de sementes passa a situar-se num patamar em torno de 450 sementes viáveis/m², o que pressupõe aumento correspondente da chuva de sementes. Mantida a tendência de o banco representar 30% da última chuva, a deposição anual de sementes viáveis seria da ordem de 1500/ m². A redução da densidade de plantas, nesta faixa etária (tabela 2; EMPRESA..., 1988, p.35), seria a provável explicação para o aumento da chuva de sementes.

O aumento das sementes nas camadas mais profundas, com o aumento da idade (tabela 5), constitui um ganho do potencial de regeneração da espécie, pela proteção decorrente do enterramento. Todavia, deve ser considerada a profundidade máxima efetiva, da qual a semente da bracinga consegue emergir e ser competitiva com outras plantas. Em condições artificiais, CARNEIRO et al. (1982) verificaram apenas 5% de emergência para sementes entre 6 cm e 8 cm de profundidade, e sistema radicular significativamente menor que o de platinhas nascidas de sementes mais próximas da superfície. As condições reais do sistema tradicional devem agravar as dificuldades das sementes profundamente enterradas, por fatores como solo argiloso estruturado e com muitas raízes, e competição com outras espécies, de crescimento inicial muito rápido. De outro lado, o enterramento constitui vantagem em distúrbios especiais, como desenraizamento de árvores, onde sementes profundas são expostas, ou incêndios muito intensos, que afetam severamente as sementes da camada superficial do solo.

Medidas diretas sobre a durabilidade de sementes de bracinga no solo não existem. Elas são importantes para compreender o banco de sementes

da espécie no sistema tradicional, e mais importante ainda, em formações mais desenvolvidas. A bracatinga caracteriza-se por ser rara em vegetações não perturbadas (maduras ou moderadamente maduras), ter dispersão de sementes aparentemente apenas barocórica e taxas de depleção do banco aparentemente altas. Este conjunto não condiz com sua invasão maciça em pinheirais após incêndios, como tem sido generalizado, a menos que tais florestas tenham sido perturbadas de antemão, permitindo a instalação de núcleos de vegetação secundária.

5.3. BANCO DE SEMENTES E REGENERAÇÃO POR FOGO

A intensidade de destruição das sementes pelo fogo, inversamente à profundidade de enterramento (tabelas 7 e 10; figura 9), concorda com a tendência já bem estabelecida na literatura. A sobrevivência, ao fogo, de sementes na superfície dos terrenos, pode decorrer, primariamente, de variações ponto-a-ponto das características da queimada (incluindo as condições do solo) e de variação entre as sementes do banco, como exemplificado por PORTLOCK et al. (1990). Entretanto, o estabelecimento das sementes pequenas expostas na superfície do solo, com dormência superada, costuma fracassar totalmente (Scifres & Brock, 1970b em SOLBRIG & CANTINO, 1975; THOMPSON, 1987).

Aparentemente, o mesmo acontece nos talhões de bracatinga, por inferência numérica (figura 8) e por observações de campo. A queimada ocorre sempre dentro de um veranico; a ocorrência de chuvas nos dias seguintes à queimada é incerta, nas as noites são suficientemente frescas para haver condensação, embebição e emissão de radícula, exposta ao sol durante o dia. Mesmo havendo chuva, as radículas ficam sob a ação de vento e períodos de

sol, e não têm facilidades para penetrar no solo. Assim, a mortalidade das sementes em germinação, na superfície, pode ser atribuída à dessecação das radículas.

Com base em anotações de laboratório, pode admitir-se que quase 100% das sementes viáveis remanescentes, entre 0 cm e 6 cm, têm a dormência superada pelas queimadas. De outro lado, há tendência de superioridade dos bancos pós-queimada, já excluídos das camadas mais superficial e mais profunda, em relação à emergência (figura 8). Assim, nem toda semente viável remanescente e com dormência superada, situada entre 0 cm e 6 cm de profundidade, consegue emergir, pelas principais causas possíveis: profundidade excessiva e germinação seguida de morte.

Em bracatingais em regeneração natural, a superação da dormência pela queima de resíduos foi mais rápida e mais eficaz que pelo aquecimento solar, cuja ação tende a ser inversamente proporcional à quantidade de material vegetal sobre o solo (tabela 9, figura 8). Todos os tratamentos possibilitaram regeneração da bracatinga em quantidades suficientes, para fins silviculturais. Os tratamentos sem queima, especialmente quando sem capina e sem retirada de resíduos, logo apresentaram competição intensa por outras espécies - herbáceas, gramíneas e rebrotações de touças de espécies lenhosas. CARPANEZZI (1994) detectou que a ausência de capinas, em bracatingais queimados, prejudicou a produtividade da bracatinga e causou mortalidade acentuada. A competição em bracatingais não queimados e não capinados é ainda maior, como visível nas parcelas de campo, prevendo-se que seus efeitos sobre a produtividade da bracatinga e a mortalidade serão, também, ampliados.

No sistema tradicional de cultivo da bracatinga, a perturbação antrópica da paisagem favorece a presença de espécies herbáceas invasoras no banco; a recorrência da queima concentra, progressivamente, plantas lenhosas com alta capacidade de rebrota. Comparativamente ao sistema tradicional, o ambiente natural primitivo corresponde a uma floresta pouco perturbada em uma paisagem pouco perturbada. Nestas condições, a composição do banco e das espécies de plantas adultas tendem a ser bem diferentes, ocasionando outras características de competição após um incêndio. O desempenho da bracatinga na sucessão, nestes casos, é pouco conhecido.

O número de plantas emergidas de bracatinga, em situações típicas do sistema tradicional de cultivo, pode ser visto, teoricamente, como resultante de uma série de eventos concatenados: chuva de sementes - dinâmica do banco de sementes, incluindo a taxa de aprofundamento - queima de resíduos - dinâmica do banco após a queima - estabelecimento de sementes germinadas. Algumas destas etapas são muito pouco conhecidas e quantificadas, como a dinâmica do banco nos anos antes da queima; outras são muito variáveis entre anos e entre locais, como a chuva de sementes. As queimadas dependem da combinação de vários aspectos (resíduos, solos, condições climáticas na hora da queima, etc) e interagem com outros fatores. Por exemplo, muitas vezes as chuvas só permitem queimar em novembro; nesta época, as sementes já receberam influência apreciável da insolação, e já houve crescimento de outras espécies, alterando as características da massa combustível.

Como resultante de um processo bastante variável, a taxa de emergência da bracatinga após as queimadas deve ser considerada pouco

previsível, podendo vir a ocorrer fora dos limites encontrados, 25/m² a 100/m² (figuras 7 e 8).

5.4. DEPOSIÇÃO DE FOLHEDO

A lista de resultados apresentada por BRITEZ (1994, p.213) sugere que, em florestas maduras brasileiras, a taxa anual de deposição de serrapilheira segue a ordem das formações: Floresta Estacional Semidecidual $\geq$ Floresta Ombrófila Densa da encosta atlântica = Floresta Ombrófila Densa amazônica. Há um único dado sobre a Floresta Ombrófila Mista, igual a 6,5 t/ha (BRITEZ et al., 1992), que é inferior aos valores comumente encontrados nas florestas atlântica e amazônica. Confrontado com as florestas maduras brasileiras, o valor anual médio do sistema tradicional da bracatinga na rotação de sete anos, determinado neste trabalho (tabela 15), aproxima-se do valor da Floresta Ombrófila Mista.

Valores de deposição de serrapilheira em florestas secundárias brasileiras não são bem estabelecidos, e são sujeitos a fontes de variação particulares devidas à história da vegetação local. Ademais, como ocorre nos bracatingais, as taxas podem variar muito entre idades próximas, em um mesmo talhão. Por estes motivos, as comparações entre capoeiras têm mais restrições quanto a serem generalizadas que as comparações entre florestas maduras. O valor anual médio rotacional da bracatinga (6,2 t/ha, tabela 15) mostra-se intermediário aos valores de quatro capoeiras da amazônia brasileira (5,1 t/ha a 7 t/ha), determinados entre três anos e quatro anos após a derrubada da floresta primária (DANTAS, 1989).

Tabela 15. Valores médios anuais de deposição de serrapilheira (t/ha) e de nutrientes (kg/ha) no domínio da Floresta Ombrófila Mista.

	Serrapilheira	N	P	K	Ca	Mg	Fonte
Floresta com <i>Araucaria angustifolia</i> , São Mateus do Sul-PR	6,5	89,1	5,8	31,9	62,6	15,8	1
^{a/} Plantação de <i>Araucaria angustifolia</i> com 15 anos de idade, em Lapa-PR							2 e 3
• sítio bom	5,8	77,0	4,5	9,6	126,1	13,0	
• sítio médio	6,4	87,6	4,9	12,4	122,1	14,9	
Plantações de <i>Pinus taeda</i> com 15 anos de idade, em Ponta Grossa-PR							4
• sítio bom	8,2	48,1	3,4	7,8	20,6	5,3	
• sítio médio	8,4	48,9	3,5	10,9	17,2	5,1	
• sítio ruim	6,7	41,4	2,5	4,0	16,3	2,5	
Parcelas em São Mateus do Sul-PR							5
<i>Pinus taeda</i> - 6 anos a 11 anos	5,5	24,7	3,5	7,3	34,1	7,5	
<i>Eucalyptus viminalis</i> - 4 anos a 6 anos	3,5	28,6	1,3	11,7	48,9	4,5	
^{b/} <i>Mimosa scabrella</i> - 4 anos a 6 anos	5,7	102,8	4,6	17,6	43,3	9,1	
^{b/} <i>Mimosa scabrella</i> - 4 anos a 6 anos	2,4	43,3	1,9	7,4	18,2	3,8	
Parcelas de <i>Mimosa scabrella</i> - Colombo-PR							6 e 7
• espaçamento 1 m x 1 m - 3 anos a 5 anos	7,5	161	6,3	9,7	94,3	14,3	
• espaçamento 3 m x 1 m - 3 anos a 5 anos	7,2	156	5,7	8,7	85,0	13,7	
Bracatingais do sistema tradicional							Este trabalho
• ^{c/} média anual na rotação de 7 anos	6,2	146,5	3,6	8,6	39,0	10,9	
• Torques Deca - média anual de 9 anos e 10 anos	5,9	151,9	3,5	12,9	72,7	11,2	
• Coradin Reserva - média anual de 12 anos e 13 anos	4,8	188,5	3,3	11,8	32,4	12,7	

1 - BRITEZ et al. (1992)

2 - KOEHLER et al. (1987)

3 - KOEHLER & REISSMANN (1992)

4 - KOEHLER (1989)

5 - POGGIANI & MONTEIRO (1990)

6 - CARPANEZZI et al. (1984)

7 - EMPRESA ... (1988)

^{a/} concentrações para a serrapilheira consideradas iguais às das acículas

^{b/} concentrações médias de oito anos aplicados a ambos os períodos

^{c/} valores de biomassa a partir de sete bracatingais de idades complementares, tomados ao acaso; valores de concentrações de nutrientes intermediários entre os extremos de cada fração do folheto.

O valor anual médio rotacional da bracatinga enquadra-se nas previsões segundo MEENTEMEYER et al. (1982) para evapotranspiração real de

810 mm) e VITOUSEK (1984), que indicam taxas anuais de 6,3 t/ha e 6,1 t/ha, respectivamente, para a região metropolitana de Curitiba. A estimativa segundo BRAY & GORHAM (1964) para a latitude de 25°S conduz ao valor anual de 7,2 t/ha.

As taxas de reposição anual de folheto produzido apenas pela bracatinga variam com a idade do povoamento. A figura 23 sugere um ápice de deposição em torno de 24 meses a 60 meses de idade, seguido de decréscimo. No sistema tradicional, como visto, o declínio é amenizado pela elevação da deposição de folhas de outras espécies (figura 12).

Não há dados sobre deposição de folheto em formações pioneiras dominadas por espécies fixadoras de N em regiões tropicais ou sub-tropicais. No noroeste norte-americano, formações pioneiras dominadas pelo arbusto *Ceanothus velutinus* ou pela árvores *Alnus rubra* apresentam taxas de deposição elevadas para a região e que também variam com a idade, apresentando curva de ascensão, cume e decréscimo (ZAVITKOVSKI & NEWTON, 1968, 1971). *Alnus rubra* tem duração de vida mais longa (60 anos) que a bracatinga, com correspondências na dinâmica de produção de serrapilheira, exceto na ascensão inicial, muito pronunciada em ambas as espécies. As maiores taxas anuais ocorrem em torno de 15 anos de idade e atingem cerca de 9 t/ha; o decréscimo, notável após 20 anos de idade, é associado à redução de cobertura pelas copas, o que parece ocorrer também com a bracatinga. Ao longo de 50 anos, o valor acumulado de deposição de folheto por *Alnus rubra* representa cerca de 300 t/ha.

As taxas de deposição de folheto de bracatinga em idades comparáveis (tabela 15 e figura 23), parecem refletir a influência da qualidade do sítio. Elas são menores em São Mateus do Sul-PR (área em recuperação, após mineração) e maiores nas parcelas plantadas em Colombo-PR, em solos não degradados, com adubação e limpezas. O sistema tradicional, com valores intermediários, é praticado em solos não degradados, porém naturalmente pouco férteis e que já suportaram várias rotações, sem reposição de nutrientes; ademais, os tratamentos silviculturais são escassos, quase nulos. Assim, no âmbito dos talhões de bracatinga para produção florestal, devem ser esperadas taxas de deposição maiores, associadas a outros sistemas de cultivo e/ou a sítios mais ricos.

A deposição elevada de folheto por *Pinus taeda* (tabela 15) encontra respaldo em BRAY & GORHAM (1964), que assinalaram que a produtividade de serrapilheira de coníferas supera a de angiospermas. *Araucaria angustifolia*, embora gimnosperma, tem produtividade de serrapilheira inferior por ser exigente em fertilidade física e química dos solos, o que é visível ao comparar as quantidades de nutrientes retornados com as do talhão de *Pinus taeda* (tabela 15).

A produtividade média de lenha do sistema tradicional de cultivo da bracatinga na região metropolitana de Curitiba implica em uma biomassa de caule e ramos acima de 4 cm de diâmetro de, aproximadamente, 50 t/ha aos sete anos. Em um bracingal que não sofra exploração ou queima, pode-se supor que as árvores irão morrer e tombar nos próximos 20 anos, causando uma deposição média anual de ao menos 2,5 t/ha. A morte de milhares de varas de

bracatinga nos primeiros anos de vida (veja-se, por exemplo, a tabela 2) deve causar, também, adição de quantidades não desprezíveis de material lenhoso ao piso florestal. Assim, enfatiza-se que a medição acurada da deposição de partes lenhosas fora das bandejas ("large litter, woody litter") seja contemplado na investigação do folheto em capoeiras dominadas por espécies de vida curta. Afora as implicações na ciclagem de nutrientes, a deposição de partes lenhosas, nestes ecossistemas, é um indicador evidente da "desconstrução" da sinúcia pioneira e de sua substituição por outra, mais avançada.

As frações principais do folheto, folhas de bracatinga e outras folhas, têm variações de sentido oposto, associadas à idade em parte independentes entre si. Embora poucas, informações em bracatingais sem sub-bosque expressivo e com densidades de bracatinga variáveis (CARPANEZZI et al., 1984; POGGIANI & MONTEIRO, 1990) sugerem que a taxa de deposição de folhas da bracatinga é função eminente da idade, por sua vez associada ao vigor da planta (FERRAZ & FONSECA, 1980). Como visto, as idades chaves não são claras, podendo-se sugerir um ápice entre 24 meses e 60 meses, seguido de declínio irreversível. A participação do sub-bosque tende a aumentar com a abertura do dossel (o crescimento lateral das copas de árvores adultas de bracatinga é lento), o que é mais constante nas idades mais velhas (tabela 11, talhões L10 a L15).

Nos bracatingais jovens, é possível reconhecer em campo duas fases, quanto à participação no folheto, de folhas de outras espécies. A primeira fase dura até dois anos e consiste de competição entre espécies heliófilas: bracatinga versus asteráceas arbustivas, as "tupixabas" dos gêneros *Baccharis* ou *Symphiopappus*. Somente após é que árvores do sub-bosque, presentes por

rebrotações, começam a ser notadas em sua deposição de folhas, que se torna mais variada. A dimensão do sub-bosque parece depender tanto de ações antrópicas que afetam diretamente as plantas (capinas e exploração florestal) como do sítio, neste caso exemplificado pelo talhão L9 (tabela 11). Alí, o piso da floresta é ocupado expressivamente por gramíneas, havendo muito poucas árvores, possivelmente em decorrência de aeração deficiente do solo: o talhão está em fundo de bacia e o horizonte B, a partir de 50 cm, é argiloso e de estrutura pouco permeável.

A vegetação lenhosa regional enquadra-se como Floresta Ombrófila Mista mas comporta espécies da Floresta Ombrófila Densa, cujas formações típicas podem ser encontradas a 25 km de distância. Assim, o comportamento estacional da fração “outras folhas” pode ser variável entre espécies de um mesmo talhão, frente ao clima. À ascensão no período quente corresponde ao comportamento de espécies da floresta atlântica (BRITEZ, 1994), e no final do inverno parece próprio de espécies decíduas dos pinheirais (BRITEZ et al., 1992). A ocorrência de geadas fortes, por sua vez, pode intensificar a deposição de folhas de todas as espécies do sub-bosque, indistintamente.

A variação estacional da deposição de folhas da bracatinga foi igual a encontrada por POGGIANI & MONTEIRO (1990) sob o mesmo clima, e parece claramente associada, de modo inverso, à temperatura mensal. O comportamento é similar ao observado para a parte sul da Mata Atlântica, e para eucaliptos, em florestas na Austrália e em plantações no Brasil. A descrição geral do fenômeno - simultaneidade entre renovação das folhas e aumento da intensidade de deposição foliar - é a mesma para a Mata Atlântica (BRITEZ,

1994) e as florestas australianas (SPECHT & BROUWER, 1975). Conjugando as opiniões de SPECHT & BROUWER (1975) e POOK (1984), o crescimento das gemas é associado à deposição das folhas, sendo inibido por temperaturas mensais abaixo de 16-18°C; a ocorrência de déficit hídrico na estação quente inibe a produção de folhas novas mas intensifica a deposição de folhas. Como a área de distribuição da bracatinga está, tipicamente, associada à ausência de déficit hídrico, a temperatura parece ser o principal mecanismo de acionamento da caducifolia.

A temperatura de inibição da brotação foliar de bracatinga não é conhecida, mas a deposição de folhas, teoricamente associada segundo o modelo, é reduzida entre maio e setembro inclusive. Neste período, a média mensal de Curitiba-PR situa-se entre 12,8°C e 15,0°C, e supera 16,0°C no resto do ano.

É conhecido que a bracatinga requer um conjunto estreito de condições climáticas para desenvolver-se com sucesso, morrendo precocemente em condições inadequadas (CARPANEZZI & CARPANEZZI, 1992). O clima ideal é subtropical sem déficit hídrico e com temperaturas médias dos meses mais frio e mais quente inferiores a 14,0°C e 23,0°C, respectivamente. As influências potenciais de déficit hídrico e de temperaturas acima dos limites sobre a dinâmica de brotação foliar e caducifolia pode contribuir para explicar a mortalidade precoce da bracatinga em condições mais quentes e/ou secas, como no interior do Estado de São Paulo.

5.5. DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES

A variação da concentração estacional de nutrientes, particularmente de N, atesta que o período de senescência das folhas de bracatinga ocorre, realmente, na estação quente. As altas concentrações de N no inverno reforçam o papel de temperaturas elevadas sobre a caducifolia, e indicam que a deposição no inverno deve-se, grandemente, a causas mecânicas. Evidências positivas no mesmo sentido para folhas de outras espécies são muito mais frágeis. Todavia, a ausência absoluta de concentrações baixas de N no período frio sugere que a caducifolia de outras árvores dos bracatingais também é intensificada pela elevação de temperaturas mensais.

BRITEZ (1994, p.148 e 213) relaciona quantidades anuais de macronutrientes depositados pela serrapilheira em formações florestais brasileiras. Os valores anuais determinados nos bracatingais estudados, 165 kg/ha a 276 kg/ha, são equivalentes aos valores mais elevados das florestas amazônicas ou atlânticas, ou aos da floresta com *Araucaria angustifolia* avaliada por BRITEZ et al. (1994). A utilização dos dados desta floresta possibilitam a única comparação possível, no momento, entre a capoeira do sistema tradicional e a vegetação florestal madura regional (tabela 15). A quantidade de N da deposição anual pela floresta é alcançada e superada rapidamente pela capoeira, Ca também pode ser recuperado (mas geralmente não) e, entre os demais elementos, o mais defasado é K. Isto contrasta com o comportamento de capoeiras dominadas por espécies não fixadoras, as quais, segundo DANTAS & PHILLIPSON (1989), tendem a restaurar rapidamente os valores da deposição da floresta primária, com exceção do N.

A quantidade elevada de N na serrapilheira dos bracatingais, geralmente superior a 65% do total dos nutrientes (tabela 14), ocasiona valores de eficiência de uso de nutrientes - EUN próximos a 40 (tabela 16). Estes valores estão entre os mais baixos em florestas do mundo, e são encontrados também em florestas secundárias temperadas dominadas por espécies fixadoras e em florestas tropicais úmidas maduras (VITOUSEK, 1984). Os valores de *Pinus taeda* (tabela 16) exemplificam alta eficiência de uso de todos os nutrientes.

Tabela 16. Eficiência do uso de nutrientes - EUN na deposição de serrapilheira de algumas florestas brasileiras, no ciclo anual. Padrões para florestas tropicais úmidas expressos em média $\pm$ desvio padrão. n = número de observações.

	N	P	K	Ca	Mg	Fonte
Valores padrões para florestas tropicais úmidas em:						1
Solos moderadamente férteis (n=10)	67 $\pm$ 17	1370 $\pm$ 604	302 $\pm$ 118	76 $\pm$ 37	328 $\pm$ 136	
oxisols/ultisols pouco férteis (n=11)	82 $\pm$ 13	3740 $\pm$ 1930	472 $\pm$ 218	294 $\pm$ 226	1165 $\pm$ 1768	
Floresta mesofila - Rio Claro, SP	43	1228	179	58	318	2
Floresta com <i>Araucaria angustifolia</i> em São Mateus do Sul-PR	73	1083	203	103	406	3
Restinga alta - Paranaguá, PR	93	3850	275	151	428	4
Bracatinga - região metropolitana de Curitiba, PR						5
• parcelas plantadas - 3 anos a 5 anos	46	1263	827	85	525	
• sistema tradicional - rotação de 7 anos	42	1722	721	159	569	Este trabalho
• Coradin Reserva - média anual de 12 anos a 13 anos						Este trabalho
• total	37	1456	408	148	380	
• folhas de bracatinga	38	1778	592	219	438	
• outras folhas	34	1272	292	108	302	
Plantação de <i>Pinus taeda</i> de 15 anos de idade em sítio bom em Ponta Grossa-PR.	170	2411	1051	398	1547	6

1 - VITOUSEK & SANFORD JR. (1986)

2 - PAGANO (1985)

3 - BRITEZ et al. (1992)

4 - BRITEZ (1994)

5 - EMPRESA ... (1988)

6 - KOEHLER (1989)

Valores de EUN são mais adequados para comparar povoamentos quanto aos nutrientes N, P e Ca, que são transferidos, principalmente, pela deposição de serrapilheira (VITOUSEK, 1984). Todavia, devido à existência de

padrões para florestas ombrófilas (tabela 16), o índice pode servir como abordagem preliminar sobre as concentrações de K. Expresso em valores de EUN, K é o elemento menos abundante nos bracatingais, comparativamente a outras formações (tabela 16), excluindo-se o caso de *Pinus taeda*, que, como conífera, tem eficiências diferenciadas e elevadas. As causas necessitam ser investigadas. Não existem dados de concentrações de nutrientes para folhas vivas, saudáveis, de bracatinga. Todavia, para cinco bracatingais do sistema tradicional aos sete anos de idade, o valor médio de K na fração de árvores vivas “biomassa verde”, formada por ramos finos e folhas exclusivamente de bracatinga, foi 0,79% (BAGGIO, 1994), muito superior ao valor máximo 0,20% encontrado para a fração de serrapilheira “folhas de bracatinga”. A lavagem foliar e o retranslocamento são causas prováveis do decréscimo, e podem existir associadas.

As quantidades anuais de N depositadas pelo folheto da bracatinga (114 kg/ha a 190 kg/ha) só são superadas, no Brasil, por valores das matas mesófilas (161 kg/ha a 230 kg/ha, segundo compilação por BRITEZ, 1994, p.213). A fixação simbiótica de N tende a ser baixa em florestas maduras, por causas como escassez de espécies fixadoras e abundância de N no ambiente. Os valores altos destas florestas advêm, provavelmente, de deposições atmosféricas por longo tempo e de mecanismos eficientes de conservação. As quantidades de N fixadas simbioticamente nos bracatingais não podem ser estimadas com os dados obtidos. Note-se, todavia, que os valores de N mantêm-se mesmo com a redução da participação das folhas de bracatinga com a idade (figura 23). O fato indica a existência de um ciclo biológico de nutrientes

bastante ativo, onde as outras espécies desempenham papel de importância crescente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A facilitação da sucessão pode ser feita por muitos tipos de interação, como exemplificam VIEIRA et al. (1994) e CALLAWAY (1995). Tal abordagem difere da concepção tradicional, centrada na melhoria da capacidade produtiva do solo por mudança autogênica (LUKEN, 1990, p.5).

A facilitação é o modelo de sucessão mais apto ao planejamento da reconstrução de ecossistemas, pois as interações são positivas e as mudanças tendem a ser previsíveis. Plantações para recuperação ambiental consistem, de forma simplificada, numa matriz pioneira com função facilitadora, preenchida por espécies secundárias longevas e de clímax, de tal modo que o conjunto conduza a um processo auto-sustentável de sucessão secundária. Os plantios de recuperação ambiental com espécies arbóreas buscam a transposição rápida da fase herbácea-arbustiva da sucessão. Esta fase, hoje, é considerada pouco valiosa pela sociedade mas, ao menos em certos casos, pode significar a redução de centena de anos (ZAVITKOVSKI & NEWTON, 1968) num processo sucessional ideal, onde não há ocorrências de distúrbios, como incêndios.

Por regeneração natural ou sendo plantada, a bracatinga recobre rapidamente terrenos queimados, inibindo a vegetação herbáceo-arbustiva e criando condições de microclima favoráveis para espécies tolerantes ao sombreamento. A produção de folheto é notável por seus valores elevados,

associados à idade: em seu segundo ano de vida, bracatingais podem produzir tanto folheto quanto a floresta local adulta. Segundo os dados disponíveis, que não consideram a qualidade de sítio, a deposição de nutrientes pela bracatinga pode ser considerada diferenciada, vantajosamente, apenas pelos valores de N, muito elevados e associados à capacidade de fixação simbiótica. Todavia, os valores anuais de fixação ou de acréscimo líquido de N no ecossistema bracatingal não são conhecidos. A vida curta e a mortalidade gradativa porém errática da bracatinga constitui um efeito facilitador pouco reconhecido, que diminui substancialmente a inibição à outras espécies arbóreas e permite que, em poucas décadas, elas dominem a vegetação.

O comportamento da bracatinga coincide com as características, apontadas por ADAMS & ATTIWIL (1984b), de espécies de *Acacia* na recuperação de florestas de *Eucalyptus regnans* após incêndio: germinação pronunciada, fixação simbiótica de N₂, crescimento rápido e, conseqüentemente, absorção rápida dos nutrientes mobilizados. A função da bracatinga na região da Floresta Ombrófila Mista, e das acácias na Austrália, são equivalentes e constituem mecanismos bem desenvolvidos de recuperação após incêndios desenvolvidos por ecossistemas pobres em nutrientes, conforme proposição de Boerner 1982 segundo ADAMS & ATTIWIL (1984b). O valor prático de tal recuperação é indicado pelo fato que alguns ecossistemas florestais de grande potencial madeireiro têm esta mesma história, reconhecível pelo binômio espécie pioneira fixadora/secundária longeva madeireira ocorrendo em alta densidade. Podem ser citados: acácias/eucaliptos na Austrália (*E. regnans*, *E. marginata*) e *Alnus rubra*/*Pseudotsuga menziesii* no noroeste americano.

Bracatinga e *Araucaria angustifolia*, no sul do Brasil, são componentes deste binômio, com sucesso comprovada também em condições semi-artificiais. Entretanto, sua convivência em florestas naturais em regeneração não acontece de maneira generalizada. Embora a bracatinga possa invadir áreas abertas em pinheirais, a sucessão secundária em áreas onde pinheirais foram erradicados localmente pode incluir a bracatinga mas parece não reconduzir à formação de pinheirais (KLEIN, 1980, p.303-8). Este quadro é justificado pelas características da auto-ecologia de cada espécie; todavia, a erradicação de pinheirais é um fenômeno essencialmente antropogênico e muito recente, em termos de história natural.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M.A.; ATTIWILL, P.M. Role of *Acacia* spp. in nutrient balance and cycling in regenerating *Eucalyptus regnans* F. Muell. forests. I. Temporal changes in biomass and nutrient content. Australian Journal of Botany, Melbourn, v.32, n.2, p.205-215, 1984a.
- ADAMS, M.A.; ATTIWILL, P.M. Role of *Acacia* spp. in nutrient balance and cycling in regenerating *Eucalyptus regnans* F. Mueller forests. II. Field studies of acetylene reduction. Australian Journal of Botany, Melbourn, v.32, n.2, p.217-223, 1984b.
- ALVAREZ-BUYLLA, E.R.; MARTINEZ-RAMOS, M. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. Oecologia, Berlin, v.84, p.314-325, 1990.
- ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, W. de. Fluxo de nutrientes através da precipitação, precipitação interna e escoamento pelo tronco em floresta natural secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha-SP. Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo, v.41, n.1, p.37-38, 1987.
- BAGGIO, A. J.; GRAÇA, L.R.; OLIVEIRA, E.B. Plantio intercalar de bracatinga em áreas de cultivo agrícola. IN: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v.1, p.297-316.
- BAGGIO, A.J. Estudio sobre el sistema agroforestal tradicional de la bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) en Brasil: productividad, manejo de residuos y elaboracion de compost. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid, 1994. 242p. Tesis doctoral.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A. A.; GRAÇA, L.R.; CECCON, E. Sistema agroflorestal tradicional de bracatinga com culturas agrícolas anuais. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, n.12, p.73-82, 1986.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A. Quantificação de resíduos florestais em bracatingais tradicionais da região metropolitana de Curitiba. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.30/31, p.51-66, 1995.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A.; CARVALHO, P.E.R.; SOARES, A.O. Levantamento de espécies lenhosas em sub-bosques de bracatingais. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.30/31, p.69-74, 1995.
- BAKER, D.D.; MONTAGNINI, F. Estimacion la fijacion de nitrogeno por el arbol tropical *Stryphnodendrum microstachyum* Poepp. et Endl. Yvyrareta, Eldorado, v.6, n.6, p.93-96, 1995.
- BARNEBY, R.C. Sensitive censitae; a description of the genus *Mimosa* linnalus (Mimosaceae) in the New World. New York: The New York Botanical Garden, 1991. 835p.

- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L., eds. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. p.53-66.
- BELL, D.T.; VLAHOS, S.; WATSON, L.E. Stimulation of seed germination of understorey species of the northern jarrah forest of western Australia. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.35, n.5, p.535-539, 1987.
- BESNIER ROMERO, F. Semillas; biología y tecnología. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 637p.
- BINKLEY, D. Ecology of mixtures of nitrogen-fixing trees and other species stands. In: CANNEL, M., ed.. Ecology of mixed species stands. Cambridge, Cambridge University Press, 1992. P.99-123.
- BINKLEY, D.; LOUISIER, J.D.; CROMACK JUNIOR, K. Ecosystem effects of sitka alder in a Douglas-fir plantation. Forest Science, Washington, v.30, n.1, p.26-35, 1984.
- BINKLEY, D.; SOLINS, P.; BELL, R.; SACHS, D.; MYROLD, D. Biogeochemistry of adjacent conifer and older-conifer stands. Ecology, Tempe, v.73, n.6, p.2022-2033, 1992.
- BRADSTOCK, R.A.; AULD, T.D. Soil temperatures during experimental bushfires in relation to fire intensity: consequences for legume germination and fire management in south-eastern Australia. Journal of Applied Ecology, Oxford, v.32, n.1, p.76-84, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília: EMBRAPA-SPI, 1992. 84p.
- BRASSEL, H.M.; SINCLAIR, D.F. Elements returned to forest floor in two rainforest and three plantation plots in tropical Australia. Journal of Ecology, Oxford, v.71, n.2, p.367-778, 1983.
- BRAY, J.R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. Advances in Ecological Research, London, v.2, p.101-157, 1964.
- BRINKMANN, W.L.F.; VIEIRA, A.N. The effect of burning on germination of seeds at different soil depths of various tropical tree species. Turrialba, San José, v.21, n.1, p.77-82, 1971.
- BRITEZ, R.M. de. Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1994. 240p. Dissertação Mestrado.
- BRITEZ, R.M. de; REISSMAN, C.B.; SILVA, S.M.; SANTOS FILHO, A. Deposição estacional de serrapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.766-772.

- BROWN, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of seed extraction and seedling emergence methods. Canadian Journal of Botany, Ottawa, p.1603-1612, 1992.
- BURKART, A. Leguminosas mimosoídeas. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1979. 299p. Tradução e observações ecológicas por Roberto Miguel Klein.
- BURROWS, D.M.; BURROWS, W.H. Seed production and litter fall in some eucalypt communities in central Queensland. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.40, n.3, p.389-403, 1992.
- BYRAM, G.M. Combustion of forest fuels. In: DAVIS, K.P. Forest fire: control and use. New York: Mc Graw-Hill, 1959. p.61-89.
- CALLAWAY, R.M. Positive interactions among plants. The Botanical Review, New York, v.61, n.4, p.306-349, 1995.
- CAMPOS ARCE, J.J.; BAUER, J.A. *Mimosa scabrella*: leguminosa promissora para zonas altas. Silvoenergia, Turrialba, n.9, p.1-4, 1985.
- CARLYLE, J.C. Nitrogen cycling in forested ecosystems. Forestry Abstracts, Oxford, v.47, n.5, p.307-336, may 1986.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. Planta Daninha, Rio de Janeiro, v.10, n.1/2, p.5-25, 1992.
- CARNEIRO, R.M.; ALMEIDA JUNIOR, A.R. de; KAGEYAMA, P.Y.; DIAS, I.S. Importância da dormência das sementes na regeneração da bracatinga - Mimosa scabrella Benth. Piracicaba: IPEF, 1982. 10p. (IPEF. Circular Técnica, 149).
- CARPANEZZI, A. A. Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do estado de São Paulo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980. 107p. Tese Mestrado.
- CARPANEZZI, A. A. ; COSTA, L.G. da S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F. de A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1991. v.3, p.216-221.
- CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O.T.B. Cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) no Brasil e prioridades para o seu aperfeiçoamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. Anais. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. v.2, p.640-655.
- CARPANEZZI, A. A.; IVANCHECHEN, S.L.; LISBÃO JUNIOR, L. Deposição de matéria orgânica e nutrientes por bracatinga (Mimosa scabrella Benth.). Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1984. 3p. (EMBRAPA-URPFCS. Pesquisa em Andamento).

- CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L.C.T.; KANASHIRO, M. Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme - *Sclerolobium paniculatum*. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1983. 10p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 8).
- CARPANEZZI, A.A.; AHRENS, S. Crescimento de bracatingais de regeneração induzida, em função da densidade. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1984. 4p. (EMBRAPA-URPFCS. Pesquisa em Andamento, 24).
- CARPANEZZI, O.T.B. Produtividades florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em Bocaiúva do Sul, região metropolitana de Curitiba-PR. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1994. Dissertação Mestrado.
- CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, I. Sementes; ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1979. 424p.
- CASTRO, A.W.V. de; YARED, J.A.G.; ALVES, R.N.B.; SILVA, L.S.; MEIRELLES, S.M.L.B. Comportamento silvicultural de *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) no cerrado amapaense. Macapá: EMBRAPA-UEPAE Macapá, 1990. 4p. (EMBRAPA-UEPAE Macapá. Comunicado Técnico, 7).
- CENTRO AGRONÔMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Departamento de Recursos Naturales Renovables (Turrialba, Costa Rica). *Mimosa scabrella*. In: _____. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña em America Central: resultados de cinco años de investigación. Turrialba, 1986. p.205-210.
- CENTRO AGRONÔMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (Turrialba, Costa Rica). Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.); espécie de arbol de use multiple em America Central. Turrialba, 1990. 50p. (CATIE. Informe Técnico, 169).
- CHIARANDA, R.; POGGIANI, F.; SIMÕES, J.W. Crescimento das árvores e deposição do folheto em talhões florestais plantados em solos alterados pela mineração do xisto. IPEF, Piracicaba, n.25, p.25-28, 1983.
- COLE, W.; RAPP, M. Elemental cycling in forest ecosystems. In: REICHLE, D.E., ed. Dynamic properties of forest ecosystems. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. p.341-409.
- COMPANHIA DE ENERGIA ELÉTRICA DO PARANÁ (Curitiba, PR). Estudos da biomassa e do mercado de energéticos de produtos florestais no sudeste paranaense; relatório final. Curitiba, 1985. 149p.
- COOPER, A.W. Above-ground biomass accumulation and net primary production during the first 70 years of succession in *Populus grandidentata* stands on poor sites in northern lower Michigan. In: WEST, D.; SHUGART, H.H.; BOTKIN, D.B., eds. Forest succession; concepts and application. Berlin: Springer Verlag, 1981, p.339-360.
- DALLING, J. Regeneration of pioneer tree species. Inside CTFS, Washington, n.Summer, p.11-12, 1995.

- DANTAS, M. Studies on succession in cleared areas of Amazonian rain forest. Oxford: Oxford University, 1989. 327p. Tese Doutorado.
- DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian "Terra firme" rain forest. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.5, n.1, p.27-36, 1989.
- DAVEY, C.B.; WOLLUM, A.G. Nitrogen fixation systems in forest ecosystems. in: BOWEN, G.D.; NAMBIER, E.K.S., eds. Nutrition of plantation forests. Londres: Academic Press, 1984. p.361-377.
- DELITTI, W.B.C. Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais em mata ciliar no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* (Mogi-Guaçu, SP). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1984. 298p. Tese Doutorado.
- DISTRIBUIÇÃO de sementes e instrução para cultivo da bracatinga. Boletim do Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, v.31, n.1, p.101, 1942.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Curitiba, PR). Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). Curitiba, 1988. 70p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 20).
- EPP, G. A. The seed bank of *Eupatorium odoratum* along a successional gradient in a tropical rain forest in Ghana. Journal of Tropical Ecology, Tempe, v.3, n.2, p.139-149, 1987.
- EWEL, J.; BERISH, C.; BROWN, B.; PRICE, N.; RAICH, J. Slash and burn impacts on a Costa Rican wet forest site. Ecology, Tempe, v.62, n.3, p.816-829, 1981.
- EWEL, J.J. Designing agricultural ecosystems for the humid tropics. Annual Review of Ecology and Systematics, Palo Alto, v.17, p.245-271, 1986.
- FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. The Botanical Review, New York, v.57, n.1, p.1-32, 1991.
- FARREL, T.P.; ASHTON, D.H. Population studies on *Acacia melanoxylon* R. Br. I. Variation in seed and vegetative characteristics. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.26, n.3, p.365-379, 1978.
- FENNER, M. Seed ecology. London: Chapman & Hall, 1985. 151p.
- FERREIRA, C.A.; ANDRADE, G.F.; MAIA, C.M.B.F.; SILVA, H.D.; BELLOTE, A.F.J.; BOGNOLA, I.; MORO, L. Efeito da aplicação de resíduos de celulose e cinza de caldeira na deposição de nutrientes em talhões de *Eucalyptus grandis*. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1966, Manaus. Resumos expandidos. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 1996. p.488-489.

- FERREIRA, C.A.; BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H.D. da. Concentração de nutrientes minerais no lenho de *Eucalyptus saligna* e sua relação com a aplicação de fertilizantes. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. p.227-231.
- FLOYD, A.G. Effect of burning on regeneration from seeds in wet sclerophyll forest. Australian Forestry, Canberra, v.39, n.3, p.210-220, 1976.
- FONSECA, S.M. da. Variações fenotípicas e genéticas em bracatinga, *Mimosa scabrella* Bentham. Piracicaba: ESALQ, 1982. 86P. Tese Mestrado.
- FORESTA, H. de; PREVOST, M.F. Vegetation pionniere et graines du sol en forêt guyanaise. Biotropica, Washington, v.18, n.4, p.279-286, 1986.
- FREDERICK, D.J.; MADGWICK, H.A.I.; JURGENSEN, M.F.; OLIVER, G.R. Dry matter, energy, and nutrient contents of 8-year-old stands of *Eucalyptus regnans*, *Acacia dealbata*, and *Pinus radiata* in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science, Rotorua, v.15, n.2, p.142-157, 1985^a.
- GALIANA, A.; KANGA, A.N.; GNAHOUA, G.M.; BALLE, P.; DUPUY, B.; DOMENACH, A.M.; MALLET, B. Fixation de l'azote chez *Acacia mangium* en plantation. Bois et Forêts des Tropiques, Nogent sur-Marne, n.249, p.51-62, 1996.
- GAMA, A.C. da; CALHEIROS, R.A. O papel da chuva no fornecimento e reciclagem de nutrientes num agrossistema de cacau no sul da Bahia, Brasil. Turrialba, San José, v.41, n.4, p.598-606, 1991.
- GARCIA, M. A. Relationship between weed community and soil seed bank in a tropical agroecosystem. Agriculture, Ecosystems and Environment, Amsterdam, v.55, n.2, p.139-146, 1995.
- GARWOOD, N.C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L., eds. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. p.149-209.
- GHOLZ, H.L.; PERRY, C.S.; CROPPER JUNIOR, W.P.; HENDRY, L.C. Litterfall, decomposition, and nitrogen and phosphorus dynamics in a chronosequence of slash pine (*Pinus elliottii*) plantations. Forest Science, Washington, v.31, n.2, p.463-478, 1985.
- GILL, H.S.; ABROL, I.P.; SAMRA, J.S. Nutrient recycling through litter production in young plantations of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus tereticornis* in a highly alkaline soil. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.22, p.57-69, 1987.
- GÓMEZ-PAMPA, A.; VÁZQUÉZ-YANES, C. Estudios sobre sucesion secundaria en los tropicos calido-humedos: el ciclo de vida de las especies secundarias. In: GOMEZ-PAMPA, A.; AMO RODRIGUEZ, S.; VÁZQUÉZ-YANEZ, C.; BUTANDA-CERVERA, A., eds. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Mexico: Continental, 1976. p.579-593.

- GOMEZ-PAMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Successional studies of a rain forest in Mexico. In: WEST, D.C.; SHUGART, H.H.; BOTKIN, D.B., eds.. Forest succession; concepts and application. New York: Springer-Verlag, 1981. p.247-276.
- GONÇALVES, J.L. DE M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L. DE. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.463-469.
- GORCHOV, D.L.; CORNEJO, F.; ASCORRA, C.; JARAMILLO, M. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. Vegetatio, Dordrecht, v.107/108, p.339-349, 1993.
- GRAHAM, A.W.; HOPKINS, M.S. Soil seed banks of adjacent unlogged rainforest types in north Queensland. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.38, n.3, p.261-268, 1990.
- GRICE, A.C.; WESTOBY, M. Aspects of the dynamics of the seed-banks and seedling populations of *Acacia victoriae* and *Cassia spp.* in arid Western New South Wales. Australian Journal of Ecology, Carlton, v.12, n.3, p.209-215, 1987.
- GRIME, J.P. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. México: Limusa, 1982. 291p.
- GUEVARA, S.; GÓMEZ-PAMPA, A. Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, Mexico. Journal of the Arnold Arboretum, Cambridge, v.53, n.3, p.312-335, 1972.
- HALL, J.B.; SWAINE, M.D. Seed stocks in Ghanaian forest soils. Biotropica, Washington, v.12, n.4, p.256-263, 1980.
- HANSEN, A.P.; STONEMAN, G.; BELL, D.T. Potential inputs of nitrogen by seeder legumes to the jarrah forest ecosystem. Australian Forestry, Canberra, v.51, n.4, p.226-231, 1988.
- HARPER, J.L. Population biology of plants. New York: Academic Press, 1977. 892p.
- HENESSEY, T.C.; DOUGHERTY, P.M.; GREGG, B.M.; WITTEWER, R.F. Annual variation in needle fall of a loblolly pine stand in relation to climate and stand density. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.51, n.4, p.329-338, 1992.
- HILL, R.S. Rainforest fire in western Tasmania. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.30, n.6, p.583-589, 1982.
- HODGKINSON, K.C.; OXLEY, R.E. influence of fire and edaphic factors on germination of the arid zone shrubs *Acacia aneura*, *Cassia nemophylla* and *Dodonaea viscosa*. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.38, n.3, p.269-279, 1979.

- HOEHNE, F.C. *Araucarilandia*. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, 1930. 133p.
- HOLMES, P.M. Decay rates in buried alien *Acacia* seed populations of different density. *South African Journal of Botany*, Pretoria, v.55, n.3, p.299-303, 1989a.
- HOLMES, P.M. Dispersal and predation in alien *Acacia*. *Oecologia*, Berlin, v.83, p.288-290, 1990.
- HOLMES, P.M. Effects of different clearing treatments on the seed-bank dynamics of an invasive Australian shrub, *Acacia cyclops*, in the southwestern Cape, South Africa. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.28, n.1, p.33-46, 1989b.
- HOLMES, P.M. Implications of alien *Acacia* seed bank viability and germination for clearing. *South African Journal of Botany*, Pretoria, v.54, n.3, p.281-284, 1988.
- HOLTHUIJZEN, A.M.A.; BOERBOOM, J.H.A. The *Cecropia* seedbank in the Surinam lowland rain forest. *Biotropica*, Washington, v.14, n.1, p.62-68, 1982.
- HOPKINS, M.S.; GRAHAM, A.W. The role of soil seed banks in regeneration in canopy gaps in Australian tropical lowland rainforest - preliminary field experiments. *The Malaysian Forester*, Kuala Lumpur, v.47, n.1/2, p.146-158, 1984.
- HOPKINS, M.S.; GRAHAM, A.W. Viable soil seed banks in disturbed lowland tropical rainforest sites in north Queensland. *Australian Journal of Ecology*, Carlton, v.9, p.71-79, 1984.
- INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS (Curitiba, PR). *Atlas do Estado do Paraná*. Curitiba, 1987. 73p.
- JEFFREY, D.J.; HOLMES, P.M.; REBELO, A. G. Effects of dry heat on seed germination in selected indigenous and alien legume species in South Africa. *South African Journal of Botany*, Pretoria, v.54, n.1, p.28-34, 1988.
- JORDAN, C.F. Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implications of their use as future wood and energy sources. In: GOLLEY, F.B., ed. *Tropical rain forest ecosystems: structure and function*. Amsterdam: Elsevier, 1993. p.117-136.
- KADEBA, O.; ADUAYI, E.A. Litter production, nutrient recycling and litter accumulation in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* stands in the northern Guinea savanna of Nigeria. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.86, n.2, p.197-206, 1985.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: BARBOSA, L.M. ed. *Simpósio sobre mata ciliar*. *Anais*. Campinas: Fundação Cargill, 1989. P.130-143.

- KAGEYAMA, P.Y., coord. Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, visando a utilização para abastecimento público. Piracicaba: DAAE/USP/FEALQ, 1986. 235p. (Relatório de Pesquisa).
- KEELEY, J.E. Seed production, seed population in soil, and seedling production after fire for two congeneric pairs of sprouting and nonsprouting chaparral shrubs. Ecology, Tempe, v.58, p.820-829, 1977.
- KELTY, M.J. Comparative productivity of monocultures and mixed species stands. in: KELTY, M.J.; LARSON, B.C.; CHARDWICK, D. O., eds. The ecology and silviculture of mixed-species forests. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.63-73.
- KING, J.A.; CAMPBELL, B.M. Soil organic matter relations in five land cover types in the miombo region (Zimbabwe). Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.67, p.225-239, 1994.
- KLEIN, R.M. Aspectos fitossociológicos da bracatinga (*Mimosa scabrella*). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4., bracatinga uma alternativa para reflorestamento, 1981, Curitiba. Anais. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p.145-148.
- KLEIN, R.M. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica de partes dos municípios de Rio Branco do Sul - Bocaiúva do Sul - Almirante Tamandaré e Colombo. Boletim da Universidade do Paraná; Geografia Física, Curitiba, n.3, p.1-33, jul. 1962.
- KLEIN, R.M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quero-Quero (Paraná). Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n.28/29, p.159-188, 1970/1971.
- KLOCK, G.O.; GRIER, C.C.; GESSEL, S.P.; HENADY, R.M.; ATKINSON, W.A., eds. Effects of fire on the long-term maintenance of forest productivity. Washington: Washington University, 1981.
- KOCH, J.M. Nitrogen accumulation in a rehabilitated bauxite-mined area in the Darling Range, Western Australia. Australian Forestry Research, Canberra, v.17, n.1, p.59-72, 1987.
- KOEHLER, C.W. Variação estacional da deposição da serrapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989. 148p. Tese Doutorado.
- KOEHLER, C.W.; REISMANN, B. Macronutrientes retornados com a serrapilheira de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.766-772.
- KOEHLER, C.W.; REISMANN, C.B.; KOEHLER, H.S. Deposição de resíduos orgânicos (serrapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. Revista do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, v.9, n.1/2, p.89-96, 1987.

- LAMB, D.; LAWRENCE, P. Mixed species plantation using high value rainforest trees in Australia. In: LIETH, H.; LOHMANN, M., eds. Restoration of tropical forest ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.101-108.
- LAMBO, J.R. Litterfall and nutrient turnover in two eucalypt woodlands. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.33, n.1, p.1-14, 1985.
- LAMONT, B.B.; LE MAITRE, D.C.; COWLING, R.M.; ENRIGHT, N.J. Canopy seed storage in woody plants. The Botanical Review, New York, v.57, n.4, p.277-317, oct./-dec.1991.
- 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-Paraná, 1990. 72p. (PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 4).
- LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L., eds. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. 462p.
- LODHIYAL, L.S.; SINGH, R.P.; SINGH, S.P. Structure and function of an age series of poplar plantations in Central Himalaya: I. Dry matter dynamics. Annals of Botany, London, v.76, p.191-199, 1995.
- LODHIYAL, L.S.; SINGH, R.P.; SINGH, S.P. Structure and function of an age series of poplar plantations in Central Himalaya: II. Nutrient dynamics. Annals of Botany, London, v.76, p.201-210, 1995.
- LONSDALE, W.M.; HARLEY, K.L.S.; GILLET, J.D. Seed bank dynamics in *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. Journal of Applied Ecology, Oxford, v.25, n.3, p.963-976, 1988.
- LONSDALE, W.M. Litterfall in an Australian population of *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.4, n.4, p.381-392, 1988b.
- LOWMAN, M.D. Litterfall and leaf decay in three Australian rainforest formations. Journal of Ecology, Oxford, v.76, n.2, p.451-465, 1988.
- MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba: M. Roesner, 1968. 350p.
- MADSEN, P. Effects of seedbed type on wintering of beech nuts (*Fagus sylvatica*) and deer impact on sprouting seedlings in natural regeneration. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.73, n.1/3, p.37-43, 1995.
- MARQUIS, D.A. Seed storage and germination under northern hardwood forests. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.5, p.478-484, 1975.
- MARTINS, C.C.; SILVA, W.R. da. Estudos de bancos de sementes do solo. Informativo ABRATES, Brasília, v.4, n.1, p.49-56, 1994.
- MARTINS, R. Livro das árvores do Paraná. Curitiba: Empresa Gráfica Paranaense, 1944. 274p.
- McARTHUR, A.G.; CHENEY, N.P. The characterization of fires in relation to ecological studies. Australian Forest Research, Canberra, v.2, n.3, p.36-45, 1966.

- McLAREN, B.E.; JANKE, R.A. Seedbed and canopy cover effects on balsam fir seedling establishment in Isle Royale National Park. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.26, p.782-793, 1996.
- MEAD, D.J.; PRESTON, C.M. Nitrogen fixation in sitka older by ^{15}N isotope dilution after eight growing seasons in a lodgepole pine site. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.22, n.8, p.1192-1194, 1992.
- MEENTEMEYER, V.; BOX, E.O.; THOMPSON, R. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. BioScience, Washington, v.32, n.2, p.125-128, 1982.
- MESA redonda: conclusões e recomendações. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4., bracinga uma alternativa para reflorestamento, 1981, Curitiba. Anais. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p.187-190.
- MILLER, H.G. Internal and external cycling of nutrients in forest stands. In: PEREIRA, J.S.; LANDSBERG, J.J., eds. Biomass production by fast-growing trees. Dordrecht: Kluwer, 1989. p.73-80.
- MIRANDA, R.U. Vegetação e banco de sementes em dunas de rejeito de mineração de ilmenita, no litoral norte do estado da Paraíba. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994. 70p. Dissertação Mestrado.
- MIYAWAKI, A. Restoration of native forest from Japan to Malaysia. In: LIETH, H.; LOHMANN, M., eds. Restoration of tropical forest ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.5-24.
- MO, J.; BROW, S.; LENART, M.; KONG, G. Nutrient dynamics of a human-impacted pine forest in a MAB reserve of subtropical China. Biotropica, Washington, v.27, n.3, p.290-304, 1995.
- MONTAGNINI, F.; FANZERES, A.; CINHA, S.G. The potentials of 20 indigenous tree species for soil rehabilitation in the Atlantic forest region of Bahia, Brazil. Journal of Applied Ecology, Oxford, v.32, p.841-856, 1995.
- MONTAGNINI, F.; RAMSTAD, K.; SANCHO, F. Litterfall, litter decomposition and the use of mulch of four indigenous tree species in the Atlantic lowlands of Costa Rica. Agroforestry Systems, Dordrecht, v.23, n.1, p.39-61, 1993.
- MONTAGNINI, F.; SANCHO, F. Reciclage de nutrientes em plantaciones jóvenes com árboles nativos: estratégias para un manejo sustentable. Yvyrareta, Eldorado, v.4, n.4, p.9-23, 1993.
- MORGAN, P.; NEUENSCHWANDER, L.F. Seedbank contribution to regeneration of shrub species after clearcutting and burning. Canadian Journal of Botany, Ottawa, v.66, n.1, p.169-172, 1988.
- MORRISON, D.A.; AULD, T.H.; RISH, S.; PORTER, C.; McCLAY, K. Patterns of testa-imposed seed dormancy in native Australian legumes. Annals of Botany, London, v.70, n.2, p.157-163, 1992.

- MUCUNGUZI, P.; ORYEM-ORIGA, H. Effects of heat and fire on the germination of *Acacia sieberiana* D.C. and *Acacia gerrardii* Benth. in Uganda. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.12, p.1-10, 1995.
- NADKARNI, N.; MATELSON, T.J. Biomass and nutrient dynamics of fine litter of terrestrially rooted material in a neotropical montane forest, Costa Rica. Biotropica, Washington, v.24, n.22, p.113-120, 1992.
- NOBLE, I.R.; SLATYER, R.D. The use of vital attributes to predict sucessional changes in plant communities subject to recurrent disturbances. Vegetatio, Dordrecht, v.43, p.5-21, 1980.
- NOVAIS, R.F. de; POGGIANI, F. Deposição de folhas e nutrientes em plantações florestais puras e consorciadas de Pinus e Liquidambar. IPEF, Piracicaba, n.23, p.57-60, 1983.
- NYANG, A.; STYGER, E.; GAHAMANYI, A.; UGEZIWE, J. *Mimosa scabrella*: a tree for high places. Agroforestry Today, Nairobi, v.6, n.2, p.7, 1994.
- O'DOWD, D.J.; GILL, A.M. Seed dispersal syndromes in Australian *Acacia*. In: MURRAY, D.R., ed. Seed dispersal. San Diego: Academic Press, 1986. p.87-121.
- OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- OVALLE, C.; LONGERI, L.; ARONSON, J.; HERRERA, A.; AVENDAÑO, J. N₂-fixation, nodule efficiency and biomass accumulation after two years in three Chilean legume trees and tagasaste, *Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*. Plant and Soil, Dordrecht, v.179, p.131-140, 1996.
- PAGANO, S.N. Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro, SP. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1985. 201p. Tese Livre-Docência.
- PAGANO, S.N. Nutrientes minerais do folheto produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v.49, n.3, p.614-637, ago. 1989.
- PAGANO, S.N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v.49, n.3, p.633-639, ago. 1989.
- PARROTA, J. A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands; the role of plantations as "foster ecosystems". In: LIETH, H.; LOHMANN, M., eds. Restoration of tropical forest ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.63-73.
- PARROTA, J.A.; BAKER, D.D.; FRIED, M. Application of ¹⁵N-enrichment methodologies to estimate nitrogen fixation in *Casuarina equisetifolia*. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.24, n.2, p.201-207, 1994.

- PEET, R.K. Community structure and ecosystem function. In: GLENN-LEWIN, D.C.; PEET, R.; VEBLEN, T.T., eds. Plant succession; theory and prediction. London: Chapman & Hall, 1992. p.103-151.
- PEOPLES, M.B.; HERRIDGE, D.F.; LADHA, J.K. Biological nitrogen fixation: An efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production ?. Plant and Soil, Dordrecht, v.174, n.1/2, p.3-28, 1995.
- PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; VARGAS, M.A.T.; DROZDOWICZ, A. Litter production in areas of brazilian "Cerrados". Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.18, n.9, p.1037-1043, 1983.
- PICADO, W. *Mimosa scabrella* espécie com potencial para sombra y producción de leña em cafetales de Costa Rica. In: SIMPÓSIO SOBRE TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE LEÑA EM FINCAS PEQUEÑAS Y RECUPERACIÓN DE SITIOS DEGRADADOS POR MEDIO DE SILVICULTURA INTENSIVA, 1985, Turrialba. Actas ... Turrialba: CATIE, 1985. p.227-239.
- PIETERSE, P.J.; CAIRNS, A.L.P. The effect of fire on *Acacia longifolia* seed banks in the south-western cape. South African Journal of Botany, Pretoria, v.52, n.3, p.233-236, 1986.
- PIETERSE, P.J.; CAIRNS, A.L.P. The population dynamics of the weed *Acacia longifolia* (Fabaceae) in the absence and presence of fire. South African Forestry Journal, Pretoria, n. 145, p.25-27, 1988.
- POGGIANI, F.; REZENDE, G.C.; SUITER FILHO, W. Efeitos do fogo na brotação e crescimento de *Eucalyptus grandis* após o corte raso e alterações nas propriedades do solo. IPEF, Piracicaba, n.24, p.33-42, 1983.
- POGGIANI, F.; ZEN, S.; MENDES, F.S.; SPINA-FRANÇA, F. Ciclagem e exportação de nutrientes em florestas para fins energéticos. IPEF, Piracicaba, n.27, p.17-30, 1984.
- POGGIANI, F. Nutrient cycling in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations ecosystems: silvicultural implications. IPEF, Piracicaba, n.31, p.33-40, 1985.
- POGGIANI, F.; ZAMBERIAN, E.; MONTEIRO JUNIOR, E.; GAVA, I.C. Quantificação da deposição de folheto em talhões experimentais de *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis* e *Mimosa scabrella* plantados em uma área degradada pela mineração do xisto betuminoso. IPEF, Piracicaba, n.37, p.21-29, 1987.
- POGGIANI, F.; MONTEIRO JUNIOR, E. dos S. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba (Estado de SP). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1990. v.3, p.596-602.

- POGGIANI, F.; MONTEIRO, C.C. Efeito da implantação de maciços florestais puros na reabilitação do solo degradado pela mineração do xisto betuminoso. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1990. v.3. p.275-281.
- POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.734-739.
- POOK, E.W. Canopy dynamics of *Eucalyptus maculata* Hook. I. Distribution and dynamics of leaf population. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.32, n.4, p.387-403, 1984.
- PORTLOCK, C.C.; SHEA, S.R.; MAJER, J.D.; BELL, D.T. Stimulation of germination of *Acacia pulchella*: laboratory basis for forest management options. Journal of Applied Ecology, Oxford, v.27, n.1, p.319-324, 1990.
- PROCTOR, J. Nutrient cycling in primary and old secondary rainforests. Applied Geography, Guildford, v.7, p.135-152, 1987.
- PUTZ, F.E. Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. Ecology, Tempe, v.64, n.5, p.1069-1074, 1983.
- RAMIREZ-MARCIAL, N.; GONZALES-ESPINOSA, M.; QUINTANA-ASCENCIO, P.F. Banco y lluvia de semillas en comunidades sucesionales de bosques de pino - encino de los altos de Chiapas, Mexico. Acta Botanica Mexicana, Mexico, v.20, p.59-75, 1992.
- RIZZINI, C.T. Influência da temperatura sobre a germinação de diásporos do cerrado. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v.28, n.41, p.341-383, 1976.
- ROTH, P.S. O efeito do fogo sobre a quebra de dormência em sementes de bracinga (Mimosa bracinga Hohene). Piracicaba: IPEF, 1982. 7p. (IPEF. Circular Técnica, 143).
- ROUW, A. de; OERS, C. van. Seeds in a rainforest soil and their relation to shifting cultivation in the Ivory Coast. Weed Research, Oxford, v.28, n.5, p.373-381, 1988.
- SABBITI, E.N.; WEIN, R.W. Fire behaviour and the invasion of *Acacia sieberiana* into savanna grassland openings. African Journal of Ecology, Oxford, v.26, n.4, p.301-313, 1988.
- SABIITI, E.N.; WEIN, R.W. Fire and *Acacia* seeds: a hypothesis of colonization sucess. Journal of Ecology, Oxford, v.75, n.4, p.937-946, 1987.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; NUNES, K.S.; LEMOS, E.P. Ciclagem de nutrientes na Mata de Dois Irmãos (Recife-PE) através da queda de material vegetal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.23, n.10, p.1055-1061, 1988.

- SANCHEZ, G.; ALVAREZ-SANCHEZ, J. Litterfall in primary and secondary tropical forests of Mexico. Tropical Ecology, Varanasi, v.36, n.2, 191-201, 1995.
- SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A. Nutrient cycling and agroforestry in Africa. Unasylva, Rome, v.47, n.185, p.24-28, 1996.
- SANTANA, M.B.M.; CABALA-ROSANDA, P.; SERÔDIO, M.H. Reciclagem de nutrientes em agrossistemas de cacau. Agrotrópica, Ilhéus, v.2, n.2, p.68-74, 1990.
- SARRUGE, R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: ESALQ-Departamento de Química, 1974. 56p.
- SAULEI, S.M.; SWAINE, M.D. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. Journal of Ecology, Oxford, v.76, p.1133-1152, 1988.
- SCHUMACHER, M.W. Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torrelliana* F. Muell. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1992. 87p. Dissertação Mestrado.
- SCOWCROFT, P.G.; WOOD, H.B. Reproduction of *Acacia koa* after fire. Pacific Science, Honolulu, v.30, n.2, p.177-186. 1976.
- SEMINÁRIO SOBRE AGROSSILVICULTURA NO DESENVOLVIMENTO RURAL, 1990, Curitiba. Anais. Curitiba: Projeto GCP/BRA/025/FRA, 1990. 208p.
- SHARMA, E. Nutrient dynamics in Himalayan alder plantations. Annals of Botany, London, v.72, n.4, p.329-336, 1993.
- SHARMA, E.; AMBASHT, R.S. Litterfall, decomposition and nutrient release in an age sequence of *Alnus nepalensis* plantations stands in the eastern Himalaya. Journal of Ecology, Oxford, v.75, n.4, p.997-1010, 1987.
- SHUKLA, R.P.; RAMAKRISHNAN, P.S. Biomass allocation strategies and productivity of tropical trees related to successional status. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.9, n.4, p.315-324, 1984.
- SILVA JUNIOR, M.C. da; BARROS, N.F. de; PINHEIRO, A.L. Concentração de nutrientes e efeito sobre a fertilidade do solo de três espécies florestais na região de Viçosa, MG. Brasil Florestal, Brasília, n.62, p.43-48, 1987.
- SIMPSON, R.L.; LECK, M.A.; PARKER, V.T. Seed banks: general concepts and methodological issues. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L., eds. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. p.3-8.
- SOLBRIG, O.T.; CANTINO, P.D. Reproductive adaptations in *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae). Journal of The Arnold Arboretum, Cambridge, v.56, n.2, p.185-210, apr. 1975.
- SPAIN, A.V. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical australian rainforests. Journal of Ecology, Oxford, v.72, n.3, p.947-961, 1984.

- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L., ed. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. p.53-66.
- BELL, D.T.; VLAHOS, S.; WATSON, L.E. Stimulation of seed germination of understorey species of the northern jarrah forest of western Australia. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.35, n.5, p.535-539, 1987.
- BESNIER ROMERO, F. Semillas: biología y tecnología. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 637p.
- BINKLEY, D. Ecology of mixtures of nitrogen-fixing trees and other species stands. In: CANNEL, M., ed.. Ecology of mixed species stands. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. p.99-123.
- BINKLEY, D.; LOUISIER, J.D.; CROMACK JUNIOR, K. Ecosystem effects of sitka alder in a Douglas-fir plantation. Forest Science, Washington, v.30, n.1, p.26-35, 1984.
- BINKLEY, D.; SOLINS, P.; BELL, R.; SACHS, D.; MYROLD, D. Biogeochemistry of adjacent conifer and alder-conifer stands. Ecology, Tempe, v.73, n.6, p.2022-2033, 1992.
- BORMANN, B.T.; DE BEEL, D.S. Nitrogen content and other soil properties related to age of red alder stands. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.45, p.428-432, 1981.
- BRADSTOCK, R.A.; AULD, T.D. Soil temperatures during experimental bushfires in relation to fire intensity: consequences for legume germination and fire management in south-eastern Australia. Journal of Applied Ecology, Oxford, v.32, n.1, p.76-84, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília: EMBRAPA-SPI, 1992. 84p.
- BRASSEL, H.M.; SINCLAIR, D.F. Elements returned to forest floor in two rainforest and three plantation plots in tropical Australia. Journal of Ecology, Oxford, v.71, n.2, p.367-778, 1983.
- BRAY, J.R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. Advances in Ecological Research, London, v.2, p.101-157, 1964.
- BRINKMANN, W.L.F.; VIEIRA, A.N. The effect of burning on germination of seeds at different soil depths of various tropical tree species. Turrialba, San José, v.21, n.1, p.77-82, 1971.
- BRITEZ, R.M. de. Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1994. 240p. Dissertação Mestrado.

- BRITEZ, R.M. de; REISSMAN, C.B.; SILVA, S.M.; SANTOS FILHO, A. Deposição estacional de serrapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.766-772.
- BROWN, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of seed extraction and seedling emergence methods. Canadian Journal of Botany, Ottawa, v.70, n.8, p.1603-1612, 1992.
- BROWN, S.; LUGO, A. Tropical secondary forests. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.6, n.1, p.1-32, 1990.
- BURKART, A. Leguminosas mimosoídeas. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1979. 299p. Tradução e observações ecológicas por Roberto Miguel Klein.
- BURROWS, D.M.; BURROWS, W.H. Seed production and litter fall in some eucalypt communities in central Queensland. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.40, n.3, p.389-403, 1992.
- CALLAWAY, R.M. Positive interactions among plants. The Botanical Review, New York, v.61, n.4, p.306-349, 1995.
- CAMPOS ARCE, J.J.; BAUER, J.A. *Mimosa scabrella*: leguminosa promissora para zonas altas. Silvoenergia, Turrialba, n.9, p.1-4, 1985.
- CARLYLE, J.C. Nitrogen cycling in forested ecosystems. Forestry Abstracts, Oxford, v.47, n.5, p.307-336, 1986.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. Planta Daninha, Rio de Janeiro, v.10, n.1/2, p.5-25, 1992.
- CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agrossistemas. Planta Daninha, Londrina, v.13, n.1, p.3-9, 1995.
- CARNEIRO, R.M.; ALMEIDA JUNIOR, A.R. de; KAGEYAMA, P.Y.; DIAS, I.S. Importância da dormência das sementes na regeneração da bracatinga - Mimosa scabrella Benth. Piracicaba: IPEF, 1982. 10p. (IPEF. Circular Técnica, 149).
- CARPANEZZI, A. A. Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980. 107p. Dissertação Mestrado.
- CARPANEZZI, A.A.; AHRENS, S. Crescimento de bracatingais de regeneração induzida, em função da densidade. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1984. 4p. (EMBRAPA-URPFCS. Pesquisa em Andamento, 24).
- CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O.T.B. Cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) no Brasil e prioridades para o seu aperfeiçoamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. Anais. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. p.640-655.

- CARPANEZZI, A. A.; IVANCHECHEN, S.L.; LISBÃO JUNIOR, L. Deposição de matéria orgânica e nutrientes por bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1984. 3p. (EMBRAPA-URPFCS. Pesquisa em Andamento, s/n).
- CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L.C.T.; KANASHIRO, M. Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme - *Sclerolobium paniculatum*. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1983. 10p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 8).
- CARPANEZZI, O.T.B. Produtividades florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba-PR. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1994. 77p. Dissertação Mestrado.
- CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1979. 424p.
- CASTRO, A.W.V. de; YARED, J.A.G.; ALVES, R.N.B.; SILVA, L.S.; MEIRELLES, S.M.L.B. Comportamento silvicultural de *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) no cerrado amapaense. Macapá: EMBRAPA-UEPAE Macapá, 1990. 4p. (EMBRAPA-UEPAE Macapá. Comunicado Técnico, 7).
- CENTRO AGRONÔMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Departamento de Recursos Naturales Renovables (Turrialba, Costa Rica). *Mimosa scabrella*. In: _____. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña em America Central: resultados de cinco años de investigación. Turrialba, 1986. p.205-210.
- CENTRO AGRONÔMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (Turrialba, Costa Rica). Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.): espécie de árvore de uso múltiplo em America Central. Turrialba, 1990. 50p. (CATIE. Informe Técnico, 169).
- CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v.53, n.4, p.671-681, 1993.
- COLE, W.; RAPP, M. Elemental cycling in forest ecosystems. In: REICHLE, D.E., ed. Dynamic properties of forest ecosystems. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. p.341-409.
- COMPANHIA DE ENERGIA ELÉTRICA DO PARANÁ (Curitiba, PR). Estudos da biomassa e do mercado de energéticos de produtos florestais no sudeste paranaense: relatório final. Curitiba, 1985. 149p.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18., 1991, Brasília. Resumos. Brasília: Sociedade Brasileira de Ervas Daninhas, 1991. 128p.

- COOPER, A.W. Above-ground biomass accumulation and net primary production during the first 70 years of succession in *Populus grandidentata* stands on poor sites in northern lower Michigan. In: WEST, D.; SHUGART, H.H.; BOTKIN, D.B., ed. Forest succession: concepts and application. Berlin: Springer-Verlag, 1981. p.339-360.
- DALLING, J. Regeneration of pioneer tree species. Inside CTFS, Washington, n.Summer, p.11-12, 1995.
- DANTAS, M. Studies on succession in cleared areas of Amazonian rain forest. Oxford: Oxford University, 1989. 327p. Tese Doutorado.
- DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian "terra firme" rain forest. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.5, n.1, p.27-36, 1989.
- DAVEY, C.B.; WOLLUM, A.G. Nitrogen fixation systems in forest ecosystems. In: BOWEN, G.D.; NAMBIER, E.K.S., ed. Nutrition of plantation forests. Londres: Academic Press, 1984. p.361-377.
- DELITTI, W.B.C. Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais em mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* (Mogi-Guaçu, SP). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1984. 298p. Tese Doutorado.
- DINIZ, S. Ciclagem de nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folheto em um ecossistema de mata mesófila semidecídua no município de Araras-SP. Rio Claro: UNESP, 1987. 83p. Dissertação Mestrado.
- DISTRIBUIÇÃO de sementes e instrução para cultivo da bracatinga. Boletim do Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, v.31, n.1, p.101, 1942.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Curitiba, PR). Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). Colombo, 1988. 70p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 20).
- EPP, G. A. The seed bank of *Eupatorium odoratum* along a successional gradient in a tropical rain forest in Ghana. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.3, n.2, p.139-149, 1987.
- EWEL, J.; BERISH, C.; BROWN, B.; PRICE, N.; RAICH, J. Slash and burn impacts on a Costa Rican wet forest site. Ecology, Tempe, v.62, n.3, p.816-829, 1981.
- FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. The Botanical Review, New York, v.57, n.1, p.1-32, 1991.
- FARREL, T.P.; ASHTON, D.H. Population studies on *Acacia melanoxylon* R. Br. I. Variation in seed and vegetative characteristics. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.26, n.3, p.365-379, 1978.
- FENNER, M. Seed ecology. London: Chapman & Hall, 1985. 151p.

- FERRAZ, E.S.B.; FONSECA, S.M. da. Estudo do padrão de crescimento de *Mimosa bracinga* pela análise de densidade dos anéis, usando radiação gama. Piracicaba: IPEF, 1980. 7p. (IPEF. Circular Técnica, 113).
- FERREIRA, A.B. de H. Novo dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975. 1499p.
- FERREIRA, C.A.; ANDRADE, G.F.; MAIA, C.M.B.F.; SILVA, H.D.; BELLOTE, A.F.J.; BOGNOLA, I.; MORO, L. Efeito da aplicação de resíduos de celulose e cinza de caldeira na deposição de nutrientes em talhões de *Eucalyptus grandis*. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., 1966, Manaus. Resumos expandidos. Manaus: Ed. da Universidade do Amazonas, 1996. p.488-489.
- FERREIRA, C.A.; BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H.D. da. Concentração de nutrientes minerais no lenho de *Eucalyptus saligna* e sua relação com a aplicação de fertilizantes. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura / Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. p.227-231.
- FLOYD, A.G. Effect of burning on regeneration from seeds in wet sclerophyll forest. Australian Forestry, Canberra, v.39, n.3, p.210-220, 1976.
- FONSECA, S.M. da. Variações fenotípicas e genéticas em bracinga, *Mimosa scabrella* Benth. Piracicaba: ESALQ, 1982. 86p. Dissertação Mestrado.
- FORESTA, H. de; PREVOST, M.F. Vegetation pionniere et graines du sol en forêt guyanaise. Biotropica, Washington, v.18, n.4, p.279-286, 1986.
- FRANCO, A.A.; SOUTO, S.M. Contribuição da fixação biológica de N₂ na adubação verde. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). Adubação verde no Brasil. Campinas, 1984. p.199-215.
- FREDERICK, D.J.; MADGWICK, H.A.I.; JURGENSEN, M.F.; OLIVER, G.R. Dry matter, energy, and nutrient contents of 8-year-old stands of *Eucalyptus regnans*, *Acacia dealbata*, and *Pinus radiata* in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science, Rotorua, v.15, n.2, p.142-157, 1985a.
- FREDERICK, F.J.; MADGWICK, H.A.I.; JURGENSEN, M.F.; OLIVER, G.R. Dry matter content and nutrient distribution in an age series of *Eucalyptus regnans* plantations in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science, Rotorua, v.15, n.2, p.158-179, 1985b.
- GALIANA, A.; KANGA, A.N.; GNAHOUA, G.M.; BALLE, P.; DUPUY, B.; DOMENACH, A.M.; MALLET, B. Fixation de l'azote chez *Acacia mangium* en plantation. Bois et Forêts des Tropiques, Nogent sur-Marne, n.249, p.51-62, 1996.
- GAMA, A.C. da; CALHEIROS, R.A. O papel da chuva no fornecimento e reciclagem de nutrientes num agrossistema de cacau no sul da Bahia, Brasil. Turrialba, San José, v.41, n.4, p.598-606, 1991.
- GARCIA, M. A. Relationship between weed community and soil seed bank in a tropical agroecosystem. Agriculture, Ecosystems and Environment, Amsterdam, v.55, n.2, p.139-146, 1995.

- GARRIDO, M.A.O.; POGGIANI, F. Avaliação da quantidade e do conteúdo de nutrientes do folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies indígenas. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v.15/16, p.1-22, 1981-1982.
- GARWOOD, N.C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L., ed. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. p.149-209.
- GESSEL, S.P.; TURNER, J. Litter production by red older in western Oregon. Forest Science, Washington, v.20, n.4, p.325-330, 1974.
- GHOLZ, H.L.; PERRY, C.S.; CROPPER JUNIOR, W.P.; HENDRY, L.C. Litterfall, decomposition, and nitrogen and phosphorus dynamics in a chronosequence of slash pine (*Pinus elliottii*) plantations. Forest Science, Washington, v.31, n.2, p.463-478, 1985.
- GILL, H.S.; ABROL, I.P.; SAMRA, J.S. Nutrient recycling through litter production in young plantations of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus tereticornis* in a highly alkaline soil. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.22, p.57-69, 1987.
- GILLER, K.E.; WILSON, K.J. Nitrogen fixation in tropical cropping systems. Wallingford: CAB International, 1991. 313p.
- GÓMEZ-PAMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Estudios sobre sucesion secundaria en los tropicos calido-humedos: el ciclo de vida de las especies secundarias. In: GOMEZ-PAMPA, A.; AMO RODRIGUEZ, S.; VÁZQUEZ-YANEZ, C.; BUTANDA-CERVARA, A., ed. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Mexico: Continental, 1976. p.579-593.
- GOMEZ-PAMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Successional studies of a rain forest in Mexico. In: WEST, D.C.; SHUGART, H.H.; BOTKIN, D.B., ed. Forest succession: concepts and application. New York: Springer-Verlag, 1981. p.247-276.
- GONÇALVES, J.L. DE M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L. DE. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.463-469.
- GORCHOV, D.L.; CORNEJO, F.; ASCORRA, C.; JARAMILLO, M. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. Vegetatio, Dordrecht, v.107/108, p.339-349, 1993.
- GORHAM, E.; VITOUSEK, P.M.; REINERS, W.A. The regulation of chemical budgets over the course of terrestrial ecosystem succession. Annual Review of Ecology and Systematics, Palo Alto, v.10, p.53-84, 1979.
- GRAHAM, A.W.; HOPKINS, M.S. Soil seed banks of adjacent unlogged rainforest types in north Queensland. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.38, n.3, p.261-268, 1990.

- GRICE, A.C.; WESTOBY, M. Aspects of the dynamics of the seed-banks and seedling populations of *Acacia victoriae* and *Cassia spp.* in arid western New South Wales. Australian Journal of Ecology, Carlton, v.12, n.3, p.209-215, 1987.
- GRIME, J.P. Plant strategies and vegetation process. New York: Wiley, 1979. 291p.
- GROMBONE-GUARATINI, M.T.; KAGEYAMA, P.Y. Banco de sementes de uma floresta ripária no rio Mogi-Guaçu, município de Mogi-Guaçu, SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46., 1995, Ribeirão Preto, Resumos. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto / Sociedade Botânica do Brasil, 1995. p.317-318.
- GUEVARA, S.; GÓMEZ-PAMPA, A. Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, Mexico. Journal of the Arnold Arboretum, Cambridge, v.53, n.3, p.312-335, 1972.
- HALL, J.B.; SWAINE, M.D. Seed stocks in Ghanaian forest soils. Biotropica, Washington, v.12, n.4, p.256-263, 1980.
- HANSEN, A.P.; STONEMAN, G.; BELL, D.T. Potential inputs of nitrogen by seeder legumes to the jarrah forest ecosystem. Australian Forestry, Canberra, v.51, n.4, p.226-231, 1988.
- HARPER, J.L. Population biology of plants. New York: Academic Press, 1977. 892p.
- HENESSEY, T.C.; DOUGHERTY, P.M.; GREGG, B.M.; WITTEWER, R.F. Annual variation in needle fall of a loblolly pine stand in relation to climate and stand density. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.51, n.4, p.329-338, 1992.
- HILL, R.S. Rainforest fire in western Tasmania. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.30, n.6, p.583-589, 1982.
- HODGKINSON, K.C.; OXLEY, R.E. Influence of fire and edaphic factors on germination of the arid zone shrubs *Acacia aneura*, *Cassia nemophylla* and *Dodonaea viscosa*. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.38, n.3, p.269-279, 1990.
- HOEFELICH, V.A.; GRAÇA, L.R.; CARVALHO, P.E.R. Conversão de capoeiras em povoamentos de pinheiro-do-paraná: uma avaliação econômica. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.20, p.1-12, 1990.
- HOEHNE, F.C. Araucarilandia. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, 1930. 133p.
- HOLMES, P.M. Implications of alien *Acacia* seed bank viability and germination for clearing. South African Journal of Botany, Pretoria, v.54, n.3, p.281-284, 1988.
- HOLMES, P.M. Decay rates in buried alien *Acacia* seed populations of different density. South African Journal of Botany, Pretoria, v.55, n.3, p.299-303, 1989a.

- HOLMES, P.M. Effects of different clearing treatments on the seed-bank dynamics of an invasive Australian shrub, *Acacia cyclops*, in the southwestern Cape, South Africa. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.28, n.1, p.33-46, 1989b.
- HOLMES, P.M. Dispersal and predation in alien *Acacia*. Oecologia, Berlin, v.83, p.288-290, 1990.
- HOLTHUIJZEN, A.M.A.; BOERBOOM, J.H.A. . The *Cecropia* seedbank in the Surinam lowland rain forest. Biotropica, Washington, v.14, n.1, p.62-68, 1982.
- HOPKINS, M.S.; GRAHAM, A.W. Viable soil seed banks in disturbed lowland tropical rainforest sites in north Queensland. Australian Journal of Ecology, Carlton, v.9, p.71-79, 1984a.
- HOPKINS, M.S.; GRAHAM, A.W. The role of soil seed banks in regeneration in canopy gaps in Australian tropical lowland rainforest - preliminary field experiments. The Malaysian Forester, Kuala Lumpur, v.47, n.1/2, p.146-158, 1984b.
- INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS (Curitiba, PR). Atlas do Estado do Paraná. Curitiba, 1987. 73p.
- JORDAN, C.F. Productivity of tropical rain forest ecosystems and the implications of their use as future wood and energy sources. In: GOLLEY, F.B., ed. Tropical rain forest ecosystems: structure and function. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.117-136.
- KADEBA, O.; ADUAYI, E.A. Litter production, nutrient recycling and litter accumulation in *Pinus caribaea* var. *hondurensis* stands in the northern Guinea savanna of Nigeria. Plant and Soil, Dordrecht, v.86, n.2, p.197-206, 1985.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, São Paulo. Anais. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.130-143.
- KAGEYAMA, P.Y., coord. Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, visando a utilização para abastecimento público. Piracicaba: DAAE/USP/FEALQ, 1986. 235p. Relatório de Pesquisa.
- KEELEY, J.E. Seed production, seed population in soil, and seedling production after fire for two congeneric pairs of sprouting and nonsprouting chaparral shrubs. Ecology, Tempe, v.58, p.820-829, 1977.
- KELTY, M.J. Comparative productivity of monocultures and mixed species stands. In: KELTY, M.J.; LARSON, B.C.; CHARDWICK, D. O., ed. The ecology and silviculture of mixed-species forests. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.63-73.

- KING, J.A.; CAMPBELL, B.M. Soil organic matter relations in five land cover types in the miombo region (Zimbabwe). Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.67, p.225-239, 1994.
- KLEIN, R.M. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica de partes dos municípios de Rio Branco do Sul - Bocaiúva do Sul - Almirante Tamandaré e Colombo. Boletim da Universidade do Paraná: Geografia Física, Curitiba, n.3, p.1-33, 1962.
- KLEIN, R.M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí (continuação). Sellowia, Itajaí, n.32, p.165-389, 1980.
- KLEIN, R.M. Aspectos fitossociológicos da bracatinga (*Mimosa scabrella*). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4.: bracatinga uma alternativa para reflorestamento, 1981, Curitiba. Anais. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p.145-148.
- KLEIN, R.M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quero-Quero (Paraná). Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n.28/29, p.159-188, 1970/1971.
- KLOCK, G.O.; GRIER, C.C. Effects of fire on the long-term maintenance of forest productivity. In: GESSEL, S.P.; KENADY, R.M.; ATKINSON, W.A., ed. FOREST FERTILIZATION CONFERENCE, 1979, Union. Proceedings. Seattle: University of Washington, College of Forest Resources, 1979. p.247-250.
- KOCH, J.M. Nitrogen accumulation in a rehabilitated bauxite-mined area in the Darling Range, Western Australia. Australian Forestry Research, Canberra, v.17, n.1, p.59-72, 1987.
- KOEHLER, C.W. Variação estacional da deposição da serrapilheira e de nutrientes em povoamentos de Pinus taeda na região de Ponta Grossa. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989. 148p. Tese Doutorado.
- KOEHLER, C.W.; REISMANN, B. Macronutrientes retornados com a serrapilheira de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.766-772.
- KOEHLER, C.W.; REISMANN, C.B.; KOEHLER, H.S. Deposição de resíduos orgânicos (serrapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. Revista do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, v.9, n.1/2, p.89-96, 1987.
- LAMB, D.; LAWRENCE, P. Mixed species plantation using high value rainforest trees in Australia. In: LIETH, H.; LOHMANN, M., ed. Restoration of tropical forest ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.101-108.
- LAMB, J.R. Litterfall and nutrient turnover in two eucalypt woodlands. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.33, n.1, p.1-14, 1985.

- 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-Paraná, 1990. 72p. (PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA. Série Estudos Florestais, 4).
- LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L., ed. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. 462p.
- LEITÃO FILHO, H. de F., coord. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP). São Paulo: Ed. da UNESP; Campinas: Ed. da UNICAMP, 1993. 184p.
- LODHIYAL, L.S.; SINGH, R.P.; SINGH, S.P. Structure and function of an age series of poplar plantations in Central Himalaya: I. Dry matter dynamics. Annals of Botany, London, v.76, p.191-199, 1995a.
- LODHIYAL, L.S.; SINGH, R.P.; SINGH, S.P. Structure and function of an age series of poplar plantations in Central Himalaya: II. Nutrient dynamics. Annals of Botany, London, v.76, p.201-210, 1995b.
- LONSDALE, W.M. Predicting the amount of litterfall in forests of the world. Annals of Botany, London, v.61, n.3, p.319-324, 1988a.
- LONSDALE, W.M. Litterfall in an Australian population of *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.4, n.4, p.381-392, 1988b.
- LONSDALE, W.M.; HARLEY, K.L.S.; GILLET, J.D. Seed bank dynamics in *Mimosa pigra*, an invasive tropical shrub. Journal of Applied Ecology, Oxford, v.25, n.3, p.963-976, 1988.
- LOWMAN, M.D. Litterfall and leaf decay in three Australian rainforest formations. Journal of Ecology, Oxford, v.76, n.2, p.451-465, 1988.
- LUKEN, J. Directing ecological succession. London: Chapman & Hall, 1990. 251p.
- MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba: M. Roesner, 1968. 350p.
- MADSEN, P. Effects of seedbed type on wintering of beech nuts (*Fagus sylvatica*) and deer impact on sprouting seedlings in natural regeneration. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.73, n.1/3, p.37-43, 1995.
- MARQUIS, D.A. Seed storage and germination under northern hardwood forests. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.5, p.478-484, 1975.
- MARTINS, C.C.; SILVA, W.R. da. Estudos de bancos de sementes do solo. Informativo ABRATES, Brasília, v.4, n.1, p.49-56, 1994.

- MARTINS, R. Livro das árvores do Paraná. Curitiba: Empresa Gráfica Paranaense, 1944. 274p.
- McARTHUR, A.G.; CHENEY, N.P. The characterization of fires in relation to ecological studies. Australian Forest Research, Canberra, v.2, n.3, p.36-45, 1966.
- McLAREN, B.E.; JANKE, R.A. Seedbed and canopy cover effects on balsam fir seedling establishment in Isle Royale National Park. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.26, n.5, p.782-793, 1996.
- MEAD, D.J.; PRESTON, C.M. Nitrogen fixation in sitka alder by ^{15}N isotope dilution after eight growing seasons in a lodgepole pine site. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.22, n.8, p.1192-1194, 1992.
- MEENTEMEYER, V.; BOX, E.O.; THOMPSON, R. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. BioScience, Washington, v.32, n.2, p.125-128, 1982.
- MESA redonda: conclusões e recomendações. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4.: bracinga uma alternativa para reflorestamento, 1981, Curitiba. Anais. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p.187-190.
- MIRANDA, R.U. Vegetação e banco de sementes em dunas de rejeito de mineração de ilmenita, no litoral norte do Estado da Paraíba. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994. 70p. Dissertação Mestrado.
- MIYAWAKI, A. Restoration of native forest from Japan to Malaysia. In: LIETH, H.; LOHMANN, M., ed. Restoration of tropical forest ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.5-24.
- MO, J.; BROW, S.; LENART, M.; KONG, G. Nutrient dynamics of a human-impacted pine forest in a MAB reserve of subtropical China. Biotropica, Washington, v.27, n.3, p.290-304, 1995.
- MONTAGNINI, F.; RAMSTAD, K.; SANCHO, F. Litterfall, litter decomposition and the use of mulch of four indigenous tree species in the Atlantic lowlands of Costa Rica. Agroforestry Systems, Dordrecht, v.23, n.1, p.39-61, 1993.
- MOREIRA, A.G.; RIBEIRO, J.F.; KLINK, C.A. O banco de sementes de *Emmotum nitens* (Benth.) Miers em um cerradão de solos distróficos Brasília-DF. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 6., 1986, Campinas. Anais. Campinas: Sociedade Botânica de São Paulo, 1986. p.91-94.
- MORGAN, P.; NEUENSCHWANDER, L.F. Seedbank contribution to regeneration of shrub species after clearcutting and burning. Canadian Journal of Botany, Ottawa, v.66, n.1, p.169-172, 1988.
- MORRISON, D.A.; AULD, T.H.; RISH, S.; PORTER, C.; McCLAY, K. Patterns of testa-imposed seed dormancy in native Australian legumes. Annals of Botany, London, v.70, n.2, p.157-163, 1992.

- MUCUNGUZI, P.; ORYEM-ORIGA, H. Effects of heat and fire on the germination of *Acacia sieberiana* D.C. and *Acacia gerrardii* Benth. in Uganda. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v.12, p.1-10, 1995.
- NADKARNI, N.; MATELSON, T.J. Biomass and nutrient dynamics of fine litter of terrestrially rooted material in a neotropical montane forest, Costa Rica. Biotropica, Washington, v.24, n.22, p.113-120, 1992.
- NOBLE, I.R.; SLATYER, R.D. The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances. Vegetatio, Dordrecht, v.43, p.5-21, 1980.
- NOVAIS, R.F. de; POGGIANI, F. Deposição de folhas e nutrientes em plantações florestais puras e consorciadas de *Pinus* e *Liquidambar*. IPEF, Piracicaba, n.23, p.57-60, 1983.
- NYANG, A.; STYGER, E.; GAHAMANYI, A.; UGEZIWE, J. *Mimosa scabrella*: a tree for high places. Agroforestry Today, Nairobi, v.6, n.2, p.7, 1994.
- O'DOWD, D.J.; GILL, A.M. Seed dispersal syndromes in Australian *Acacia*. In: MURRAY, D.R., ed. Seed dispersal. San Diego: Academic Press, 1986. p.87-121.
- OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- O'NEILL, R.V.; DE ANGELIS, D.L. Comparative productivity and biomass relations of forest ecosystems. In: REICHLE, D.E., ed. Dynamic properties of forest ecosystems. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. p.411-449.
- PAGANO, S.N. Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro, SP. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1985. 201p. Tese Livre-Docência.
- PAGANO, S.N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v.49, n.3, p.633-639, 1989a.
- PAGANO, S.N. Nutrientes minerais do folheto produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v.49, n.3, p.641-647, 1989b.
- PARROTA, J. A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as "foster ecosystems". In: LIETH, H.; LOHMANN, M., ed. Restoration of tropical forest ecosystems. Dordrecht: Kluwer, 1993. p.63-73.
- PARROTA, J.A.; BAKER, D.D.; FRIED, M. Changes in dinitrogen fixation in maturing stands of *Casuarina equisetifolia* and *Leucaena leucocephala*. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, v.26, n.9, p.1684-1691, 1996.

- PEET, R.K. Community structure and ecosystem function. In: GLENN-LEWIN, D.C.; PEET, R.; VEBLEN, T.T., ed. Plant succession: theory and prediction. London: Chapman & Hall, 1992. p.103-151.
- PEOPLES, M.B.; HERRIDGE, D.F.; LADHA, J.K. Biological nitrogen fixation: An efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production? Plant and Soil, Dordrecht, v.174, n.1/2, p.3-28, 1995.
- PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; VARGAS, M.A.T.; DROZDOWICZ, A. Litter production in areas of brazilian "Cerrados". Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.18, n.9, p.1037-1043, 1983.
- PICADO, W. *Mimosa scabrella* espécie com potencial para sombra y producción de leña em cafetales de Costa Rica. In: SIMPÓSIO SOBRE TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE LEÑA EM FINCAS PEQUEÑAS Y RECUPERACIÓN DE SITIOS DEGRADADOS POR MEDIO DE SILVICULTURA INTENSIVA, 1985, Turrialba. Actas ... Turrialba: CATIE, 1985. p.227-239.
- PIETERSE, P.J.; CAIRNS, A.L.P. The effect of fire on *Acacia longifolia* seed banks in the south-western Cape. South African Journal of Botany, Pretoria, v.52, n.3, p.233-236, 1986.
- PIETERSE, P.J.; CAIRNS, A.L.P. The population dynamics of the weed *Acacia longifolia* (Fabaceae) in the absence and presence of fire. South African Forestry Journal, Pretoria, n. 145, p.25-27, 1988.
- POGGIANI, F. Nutrient cycling in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations ecosystems: silvicultural implications. IPEF, Piracicaba, n.31, p.33-40, 1985.
- POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.734-739.
- POGGIANI, F.; MONTEIRO, C.C. Efeito da implantação de maciços florestais puros na reabilitação do solo degradado pela mineração do xisto betuminoso. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura / Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1990. v.3., p.275-281.
- POGGIANI, F.; MONTEIRO JUNIOR, E. dos S. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba (Estado de SP). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura / Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1990. v.3, p.596-602.
- POGGIANI, F.; REZENDE, G.C.; SUITER FILHO, W. Efeitos do fogo na brotação e crescimento de *Eucalyptus grandis* após o corte raso e alterações nas propriedades do solo. IPEF, Piracicaba, n.24, p.33-42, 1983.
- POGGIANI, F.; SIMÕES, J.W. Influência das espécies usadas no reflorestamento e da proximidade de um fragmento florestal na regeneração do sub-bosque em área degradada pela mineração. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura / Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. p.50-54.

- POGGIANI, F.; ZAMBERLAN, E.; MONTEIRO JUNIOR, E.; GAVA, I.C. Quantificação da deposição de folheto em talhões experimentais de *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis* e *Mimosa scabrella* plantados em uma área degradada pela mineração do xisto betuminoso. IPEF, Piracicaba, n.37, p.21-29, 1987.
- POGGIANI, F.; ZEN, S.; MENDES, F.S.; SPINA-FRANÇA, F. Ciclagem e exportação de nutrientes em florestas para fins energéticos. IPEF, Piracicaba, n.27, p.17-30, 1984.
- POOK, E.W. Canopy dynamics of *Eucalyptus maculata* Hook. I. Distribution and dynamics of leaf population. Australian Journal of Botany, Melbourne, v.32, n.4, p.387-403, 1984.
- PORTLOCK, C.C.; SHEA, S.R.; MAJER, J.D.; BELL, D.T. Stimulation of germination of *Acacia pulchella*: laboratory basis for forest management options. Journal of Applied Ecology, Oxford, v.27, n.1, p.319-324, 1990.
- PROCTOR, J. Nutrient cycling in primary and old secondary rainforests. Applied Geography, Guildford, v.7, p.135-152, 1987.
- PUTZ, F.E. Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. Ecology, Tempe, v.64, n.5, p.1069-1074, 1983.
- RAMIREZ-MARCIAL, N.; GONZALES-ESPINOSA, M.; QUINTANA-ASCENCIO, P.F. Banco y lluvia de semillas en comunidades sucesionales de bosques de pino - encino de los altos de Chiapas, Mexico. Acta Botanica Mexicana, Mexico, v.20, p.59-75, 1992.
- REINERS, W.A. Nitrogen cycling in relation to ecosystem succession. Ecological Bulletins, Stockholm, v.33, p.507-528, 1981.
- RIZZINI, C.T. Influência da temperatura sobre a germinação de diásporos do cerrado. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v.28, n.41, p.341-383, 1976.
- ROTH, P.S. O efeito do fogo sobre a quebra de dormência em sementes de bracatinga (*Mimosa bracaatinga* Hoehne). Piracicaba: IPEF, 1982. 7p. (IPEF. Circular Técnica, 143).
- ROUW, A. de; OERS, C. van. Seeds in a rainforest soil and their relation to shifting cultivation in the Ivory Coast. Weed Research, Oxford, v.28, n.5, p.373-381, 1988.
- SABIITI, E.N.; WEIN, R.W. Fire and *Acacia* seeds: a hypothesis of colonization success. Journal of Ecology, Oxford, v.75, n.4, p.937-946, 1987.
- SABIITI, E.N.; WEIN, R.W. Fire behaviour and the invasion of *Acacia sieberiana* into savanna grassland openings. African Journal of Ecology, Oxford, v.26, n.4, p.301-313, 1988.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; NUNES, K.S.; LEMOS, E.P. Ciclagem de nutrientes na Mata de Dois Irmãos (Recife-PE) através da queda de material vegetal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.23, n.10, p.1055-1061, 1988.

- SANCHEZ, G.; ALVAREZ-SANCHEZ, J. Litterfall in primary and secondary tropical forests of Mexico. Tropical Ecology, Varanasi, v.36, n.2, 191-201, 1995.
- SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A. Nutrient cycling and agroforestry in Africa. Unasylva, Rome, v.47, n.185, p.24-28, 1996.
- SARRUGE, R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Química, 1974. 56p.
- SAULEI, S.M.; SWAINE, M.D. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. Journal of Ecology, Oxford, v.76, p.1133-1152, 1988.
- SCHUMACHER, M.W. Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torrelliana* F. Muell. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1992. 87p. Dissertação Mestrado.
- SCOWCROFT, P.G.; WOOD, H.B. Reproduction of *Acacia koa* after fire. Pacific Science, Honolulu, v.30, n.2, p.177-186, 1976.
- SEMINÁRIO SOBRE AGROSSILVICULTURA NO DESENVOLVIMENTO RURAL, 1990, Curitiba. Anais. Curitiba: Projeto GCP/BRA/025/FRA, 1990. 208p.
- SHARMA, E. Nutrient dynamics in Himalayan alder plantations. Annals of Botany, London, v.72, n.4, p.329-336, 1993.
- SHARMA, E.; AMBASHT, R.S. Litterfall, decomposition and nutrient release in an age sequence of *Alnus nepalensis* plantations stands in the eastern Himalaya. Journal of Ecology, Oxford, v.75, n.4, p.997-1010, 1987.
- SHUKLA, R.P.; RAMAKRISHNAN, P.S. Biomass allocation strategies and productivity of tropical trees related to successional status. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.9, n.4, p.315-324, 1984.
- SILVA JUNIOR, M.C. da; BARROS, N.F. de; PINHEIRO, A.L. Concentração de nutrientes e efeito sobre a fertilidade do solo de três espécies florestais na região de Viçosa, MG. Brasil Florestal, Brasília, n.62, p.43-48, 1987.
- SIMPSON, R.L.; LECK, M.A.; PARKER, V.T. Seed banks: general concepts and methodological issues. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L., ed. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. p.3-8.
- SOLBRIG, O.T.; CANTINO, P.D. Reproductive adaptations in *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae). Journal of The Arnold Arboretum, Cambridge, v.56, n.2, p.185-210, 1975.
- SPAIN, A.V. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. Journal of Ecology, Oxford, v.72, n.3, p.947-961, 1984.
- SPECHT, R.; BROUWER, Y.M. Seasonal shoot growth of *Eucalyptus* spp. in the Brisbane area of Queensland (with notes on shoot growth and litter fall in other areas of Australia). Australian Journal of Botany, Melbourne, v.23, p.459-474, 1975.

- SRIVASTANA, A. K.; AMBASHT, R.S. Litterfall, decomposition and nitrogen release in two age groups of trees in *Casuarina equisetifolia* plantations in the dry tropical Vindhyan plateau, India. Biology and Fertility of Soils, New York, v.21, n.4, p.277-283, 1996.
- STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany, Chicago, v.24, n.5, p.54-55, 1946.
- STEWART, H.; KELMAN, M. Nutrient accumulation by *Pinus caribaea* in its native savanna habitat. Plant and Soil, Dordrecht, v.69, n.1, p.105-118, 1982.
- STOCKER, G.C.; THOMPSON, W. A.; IRVINE, A.K.; FITZSIMON, J.D.; THOMAS, P.R. Annual patterns of litterfall in a lowland and tableland rainforest in tropical Australia. Biotropica, Washington, v.27, n.4, p.412-420, 1995.
- TANDON, V.N.; NEGI, M.S.; SHARMA, D.C.; RAWAT, H.S. Biomass production and mineral cycling in plantation ecosystems of *Eucalyptus* hybrid in Haryana. 2. Distribution and cycling of nutrients. Indian Forester, Dehra Dun, v.122, n.1, p.30-38, 1996.
- THEODOROU, C.; BOWEN, G.D. Effects of fertilizer on litterfall and N and P release from decomposing litter in a *Pinus radiata* plantation. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.32, n.2/4, p.87-102, 1990.
- THOMAS, K.; NORRIS, R.H.; CHILVERS, G.A. Litterfall in riparian and adjacent forest zones near a perennial upland stream in the Australian Capital Territory. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, Melbourne, v.43, n.2, p.511-516, 1992.
- THOMPSON, K. Seeds and seed banks. The New Phytologist, Cambridge, v.106, p.23-34, 1987. Supplement.
- TURNER, J. Organic matter accumulation in a series of *Eucalyptus grandis* plantations. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.17, n.2/3, p.231-242, 1986.
- TURNER, J.; COLE, D.W.; GESSEL, S.P. Mineral nutrient accumulation and cycling in a stand of red alder (*Alnus rubra*). Journal of Ecology, Oxford, v.64, n.3, p.965-974, 1976.
- TURNER, J.; LAMBERT, M.J. Nutrient cycling within a 27-year-old *Eucalyptus grandis* plantation in New South Wales. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v.6, n.2, p.155-168, 1983.
- UHL, C.; CLARK, K.; CLARK, H.; MURPHY, P. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of Amazon basin. Journal of Ecology, Oxford, v.69, n.2, p.631-649, 1981.
- ULH, C.; CLARK, K. Seed ecology of selected Amazon basin successional species. Botanical Gazette, Chicago, v.144, n.3, p.419-425, 1983.
- VARJABEDIAN, R.; PAGANO, S.N. Produção e decomposição de folheto em um trecho da Mata Atlântica de encosta no município de Guarujá, SP. Acta Botanica Brasilica, Porto Alegre, v.1, n.2, p.243-256, 1988. Suplemento.

- VÁZQUEZ-YANES, C. Studies on the germination of seeds of *Ochroma lagopus* Swartz. Turrialba, San José, v.24, n.2, p.176-179, 1974.
- VÁZQUEZ-YANES, C. Notas sobre la autoecología de los árboles pioneros de rápido crecimiento de la selva tropical lluviosa. Tropical Ecology, Varanasi, v.21, n.1, p.103-112, 1980.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; SMITH, H. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. The New Phytologist, Cambridge, v.92, p.477-485, 1982.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. Oecologia, Berlin, v.83, p.171-175, 1990.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A.; RINCÓN, E.; SÁNCHEZ-CORONADO, M.E.; HUANTE, P.; TOLEDO, R.; BARAADAS, V.L. Light beneath litter in a tropical forest: effect on seed germination. Ecology, Tempe, v.71, n.5, p.1952-1958, 1990.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Effects of litter from a tropical rainforest on tree seed germination and establishment under controlled conditions. Tree Physiology, Victoria, v.11, n.4, p.391-400, 1992.
- VÁZQUES-YANES, C.; ROJAS-ARÉCHIGA, M.; SÁNCHEZ-CORONADO, M.E.; OROZCO-SEGOVIA, A. Comparison of light-regulated seed germination in *Ficus spp.* and *Cecropia obtusifolia*: ecological implications. Tree Physiology, Victoria, v.16, n.10, p.871-875, 1996.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123p.
- VETORAZZO, S.C.; POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.W. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto de três espécies de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura / Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. p.231-234.
- VIANA, V.M. Seed and seedling availability as a basis for management of natural forest regeneration. In: ANDERSON, A., ed. Alternatives to deforestation: steps towards sustainable use of the Amazon rain forest. New York: Columbia University Press, 1990. p.99-115.
- VIEIRA, I.C.G.; UHL, C.; NEPSTAD, D. The role of the shrub *Cordia multispicata* Cham. as a "succession facilitator" in an abandoned pasture, Paragominas, Amazônia. Vegetatio, Dordrecht, v.115, n.2, p.91-99, 1994.
- VINHA, S.G. da; PEREIRA, R.C. Produção de folheto e sua sazonalidade em 10 espécies arbóreas nativas do Sul da Bahia. Revista Theobroma, Ilhéus, v.13, n.4, p.327-341, 1983.
- VITOUSEK, P. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. The American Naturalist, Chicago, v.119, n.4, p.553-512, 1982.

- VITOUSEK, P.M. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. Ecology, Tempe, v.65, n.1, p.285-298, 1984.
- VITOUSEK, P.M.; SANFORD, JR., R.L. Nutrient cycling in moist tropical forest. Annual Review of Ecology and Systematics, Palo Alto, v.17, p.137-167, 1986.
- VITOUSEK, P.M.; WHITE, P.S. Process studies in succession. In: WEST, D.C.; SHUGART, H.H.; BOTKIN, D.B., ed. Forest succession: concepts and application. New York: Springer-Verlag, 1981. p.267-276.
- WALTER, H. Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária, 1986. 326p.
- WEBB, L.J.; TRACEY, J.G.; WILLIAMS, W.T.; LANCE, G.N. The pattern of mineral return in leaf litter of three subtropical Australian forests. Australian Forestry, Canberra, v.33, n.2, p.99-110, 1969.
- WEISS, P.W. Seed characteristics and regeneration of some species in invaded coastal communities. Australian Journal of Ecology, Carlton, v.9, p.99-106, 1984.
- VOGT, K.A.; GRIER, C.C.; VOGT, D.Y. Production, turnover and nutrient dynamics of above - and belowground detritus of world forests. Advances in Ecological Research, London, v.15, p.303-377, 1986.
- WHITMORE, T.C. Secondary succession from seed in tropical rain forests. Forestry Abstracts, Oxford, v.44, n.12, p.767-779, 1983.
- WIEDER, R.K.; WRIGHT, S.J. Tropical forest litter dynamics and dry season irrigation on Barro Colorado Island, Panama. Ecology, Tempe, v.76, n.6, p.1971-1979, 1995.
- ZAVITKOVSKI, J.; NEWTON, M. Ecological importance of snowbrush *Ceanothus velutinus* in the Oregon Cascades. Ecology, Tempe, v.40, n.6, p.1135-1145, 1968.
- ZAVITKOVSKI, J.; NEWTON, M. Litterfall and litter accumulation in red alder stands in western Oregon. Plant and Soil, Dordrecht, v.35, p.257-268, 1971.

ANEXO 1. Deposição média diária de folheto $\pm$ desvio padrão (g/m^2), em coletas sucessivas, em quinze bractings (L1 a L15) do sistema tradicional de cultivo. m = média. sd = desvio padrão.

Talhão	Data	Folhas de bractinga		Outras folhas		Ramos		Frutos		Miscelânea	
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
L1	21/09/91	0,425	0,160	0,020	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L1	18/11/91	1,301	0,421	0,019	0,021	0,006	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
L1	13/12/91	1,975	0,817	0,057	0,107	0,004	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
L1	17/01/92	2,311	0,717	0,052	0,036	0,006	0,009	0,000	0,000	0,002	0,007
L1	11/02/92	1,504	0,245	0,062	0,054	0,006	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
L1	12/03/92	1,415	0,609	0,048	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L1	10/04/92	1,583	0,285	0,072	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L1	20/05/92	1,664	0,264	0,206	0,166	0,026	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000
L1	26/06/92	1,069	0,208	0,108	0,094	0,046	0,026	0,000	0,000	0,004	0,005
L1	29/07/92	1,120	0,453	0,101	0,067	0,021	0,015	0,000	0,000	0,004	0,005
L1	10/09/92	0,637	0,092	0,092	0,054	0,006	0,011	0,000	0,000	0,001	0,002
L1	06/11/92	1,239	0,180	0,080	0,056	0,018	0,019	0,000	0,000	0,002	0,004
L1	07/12/92	2,024	0,165	0,075	0,031	0,039	0,030	0,001	0,002	0,003	0,004
L1	19/01/93	1,291	0,838	0,040	0,031	0,131	0,222	0,001	0,001	0,000	0,000
L1	26/02/93	2,154	0,187	0,062	0,039	0,019	0,014	0,002	0,003	0,004	0,006
L1	06/04/93	2,425	0,251	0,036	0,026	0,044	0,017	0,001	0,002	0,003	0,005
L1	03/05/93	2,281	0,396	0,076	0,045	0,076	0,035	0,000	0,000	0,011	0,012
L1	03/06/93	1,633	0,183	0,088	0,095	0,117	0,197	0,011	0,030	0,009	0,010
L1	08/07/93	1,023	0,134	0,042	0,018	0,058	0,038	0,000	0,000	0,001	0,002
L1	10/08/93	1,273	0,275	0,039	0,026	0,076	0,018	0,031	0,021	0,006	0,008
L1	28/09/93	0,650	0,076	0,022	0,023	0,119	0,056	0,026	0,009	0,012	0,012
L1	27/10/93	2,173	0,522	0,041	0,057	0,067	0,067	0,000	0,000	0,011	0,008
L1	08/12/93	1,571	0,216	0,023	0,030	0,420	0,241	0,003	0,004	0,019	0,026
L2	22/10/91	0,347	0,091	0,036	0,029	0,002	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
L2	18/11/91	1,014	0,402	0,050	0,036	0,004	0,008	0,000	0,000	0,001	0,002
L2	13/12/91	1,572	0,574	0,036	0,029	0,002	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000
L2	21/01/92	2,193	0,224	0,045	0,046	0,003	0,006	0,000	0,000	0,003	0,008
L2	12/02/92	2,324	0,523	0,172	0,203	0,002	0,005	0,000	0,000	0,041	0,066
L2	12/03/92	1,651	0,310	0,123	0,157	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
L2	10/04/92	1,278	0,183	0,065	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L2	20/05/92	1,960	0,301	0,111	0,138	0,020	0,017	0,000	0,000	0,005	0,004
L2	26/06/92	1,029	0,192	0,066	0,065	0,122	0,169	0,000	0,000	0,012	0,004
L2	29/07/92	1,111	0,089	0,079	0,122	0,014	0,006	0,000	0,000	0,004	0,002
L2	10/09/92	0,485	0,106	0,064	0,092	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
L2	06/11/92	1,367	0,450	0,051	0,046	0,020	0,138	0,000	0,000	0,000	0,000
L2	07/12/92	2,657	0,205	0,069	0,096	0,007	0,016	0,000	0,001	0,000	0,000
L2	19/01/93	1,705	0,127	0,027	0,052	0,054	0,078	0,002	0,003	0,000	0,000
L2	26/02/93	1,567	0,212	0,030	0,035	0,044	0,099	0,006	0,007	0,042	0,071
L2	06/04/93	2,736	0,165	0,049	0,068	0,036	0,032	0,001	0,003	0,003	0,005
L2	05/05/93	2,558	0,241	0,063	0,094	0,095	0,116	0,001	0,002	0,011	0,009
L2	03/06/93	1,457	0,195	0,048	0,059	0,088	0,109	0,002	0,007	0,005	0,007
L2	08/07/93	1,151	0,149	0,032	0,029	0,083	0,076	0,001	0,001	0,001	0,002
L2	10/08/93	1,585	0,187	0,021	0,045	0,078	0,035	0,023	0,016	0,001	0,003
L2	28/09/93	0,461	0,033	0,007	0,014	0,202	0,149	0,012	0,006	0,009	0,009
L2	28/10/93	1,175	0,179	0,018	0,022	0,604	1,004	0,000	0,000	0,041	0,042

ANEXO 1. continuação

Talhão	Data	Folhas de bracatinga		Outras folhas		Ramos		Frutos		Miscelânea	
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
L2	08/12/93	1,902	0,276	0,025	0,050	0,113	0,090	0,002	0,004	0,012	0,014
L3	18/07/91	0,429	0,118	0,024	0,024	0,001	0,003	0,000	0,000	0,012	0,029
L3	23/08/91	0,907	0,248	0,060	0,074	0,013	0,027	0,000	0,000	0,008	0,014
L3	02/10/91	0,495	0,097	0,049	0,025	0,004	0,007	0,000	0,000	0,004	0,003
L3	22/10/91	0,757	0,299	0,059	0,048	0,006	0,012	0,000	0,000	0,001	0,003
L3	18/11/91	1,273	0,405	0,041	0,030	0,003	0,004	0,000	0,000	0,001	0,001
L3	13/12/91	1,741	0,343	0,053	0,055	0,004	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
L3	21/01/92	1,685	0,282	0,035	0,035	0,011	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000
L3	12/02/92	1,919	0,517	0,047	0,026	0,005	0,012	0,000	0,000	0,005	0,011
L3	12/03/92	1,818	0,400	0,037	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
L3	10/04/92	1,740	0,355	0,044	0,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,029
L3	20/05/92	1,886	0,347	0,071	0,040	0,019	0,019	0,000	0,000	0,009	0,008
L3	26/06/92	1,481	0,336	0,053	0,027	0,028	0,027	0,000	0,000	0,004	0,002
L3	29/07/92	0,951	0,205	0,054	0,031	0,032	0,023	0,000	0,000	0,006	0,004
L3	10/09/92	0,618	0,146	0,034	0,019	0,008	0,011	0,000	0,001	0,000	0,000
L3	06/11/92	1,378	0,258	0,019	0,015	0,009	0,011	0,002	0,003	0,000	0,000
L3	07/12/92	2,329	0,463	0,036	0,034	0,066	0,080	0,000	0,001	0,002	0,003
L3	19/01/93	2,087	0,324	0,026	0,024	0,063	0,075	0,004	0,006	0,006	0,011
L3	01/03/93	2,286	0,722	0,022	0,024	0,022	0,015	0,003	0,003	0,002	0,003
L3	06/04/93	2,382	0,558	0,020	0,035	0,051	0,034	0,001	0,002	0,004	0,005
L3	05/05/93	1,454	0,932	0,010	0,010	0,030	0,023	0,002	0,003	0,001	0,002
L3	03/06/93	1,385	0,419	0,031	0,016	0,033	0,020	0,001	0,002	0,004	0,004
L3	08/07/93	0,963	0,177	0,025	0,011	0,080	0,101	0,001	0,002	0,006	0,011
L3	10/08/93	1,082	0,173	0,029	0,017	0,086	0,056	0,035	0,014	0,007	0,010
L3	28/09/93	0,616	0,187	0,027	0,032	0,122	0,081	0,021	0,017	0,011	0,003
L3	28/10/93	2,052	0,512	0,041	0,061	0,071	0,026	0,000	0,000	0,012	0,008
L3	08/12/93	1,125	0,438	0,025	0,028	0,033	0,015	0,003	0,003	0,002	0,003
L4	26/06/91	1,109	0,226	0,238	0,216	0,378	0,205	0,004	0,006	0,015	0,018
L4	16/07/91	0,530	0,260	0,126	0,150	0,108	0,051	0,000	0,000	0,016	0,013
L4	21/08/91	0,472	0,020	0,230	0,270	0,051	0,022	0,003	0,004	0,014	0,023
L4	02/10/91	1,250	0,220	0,097	0,068	0,029	0,013	0,038	0,067	0,023	0,017
L4	21/10/91	0,672	0,130	0,055	0,039	0,052	0,010	0,000	0,000	0,029	0,019
L4	18/11/91	2,090	0,540	0,173	0,165	0,197	0,120	0,071	0,079	0,016	0,015
L4	13/12/91	1,799	0,430	0,156	0,208	0,055	0,047	0,053	0,041	0,014	0,021
L4	20/01/92	1,720	0,240	0,042	0,028	0,155	0,173	0,082	0,055	0,032	0,039
L4	13/02/92	1,579	0,220	0,104	0,099	0,053	0,063	0,152	0,084	0,029	0,036
L4	11/03/92	2,091	0,200	0,123	0,089	0,040	0,080	0,109	0,049	0,114	0,210
L4	10/04/92	1,458	0,339	0,244	0,334	0,062	0,065	0,108	0,060	0,043	0,057
L4	19/05/92	1,820	0,200	0,103	0,100	0,459	0,467	0,104	0,060	0,034	0,029
L4	25/06/92	1,050	0,158	0,196	0,213	0,790	0,411	0,081	0,039	0,042	0,045
L4	27/07/92	0,456	0,129	0,121	0,083	0,068	0,025	0,013	0,012	0,019	0,013
L4	10/09/92	0,620	0,160	0,144	0,159	0,093	0,077	0,149	0,040	0,017	0,004
L4	03/11/92	1,945	0,301	0,199	0,272	0,097	0,072	0,006	0,006	0,017	0,046
L4	08/12/92	1,340	0,330	0,211	0,235	0,062	0,031	0,056	0,036	0,014	0,028
L4	20/01/93	1,659	1,190	0,253	0,344	0,352	0,311	0,175	0,110	0,003	0,004
L4	25/02/93	1,761	0,348	0,107	0,126	0,092	0,060	0,126	0,073	0,007	0,011
L4	29/03/93	2,337	0,598	0,131	0,076	0,078	0,058	0,219	0,066	0,010	0,011
L4	06/05/93	1,850	0,320	0,100	0,088	0,117	0,048	0,131	0,072	0,005	0,005
L4	03/06/93	1,370	0,290	0,165	0,135	0,365	0,415	0,084	0,060	0,013	0,015

ANEXO 1. continuação

Talhão	Data	Folhas de bracatinga		Outras folhas		Ramos		Frutos		Miscelânea	
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
L4	07/07/93	1,030	0,200	0,218	0,250	0,336	0,274	0,046	0,018	0,004	0,006
L5	25/06/91	1,303	0,227	0,087	0,096	0,112	0,030	0,011	0,016	0,028	0,041
L5	18/07/91	0,847	0,248	0,034	0,027	0,023	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000
L5	21/08/91	1,782	0,402	0,075	0,065	0,076	0,054	0,068	0,031	0,001	0,002
L5	02/10/91	0,820	0,086	0,066	0,067	0,011	0,011	0,049	0,038	0,012	0,015
L5	21/10/91	1,295	0,329	0,035	0,034	0,027	0,020	0,002	0,005	0,005	0,008
L5	18/11/91	2,502	0,403	0,023	0,032	0,158	0,115	0,050	0,022	0,016	0,018
L5	13/12/91	1,478	0,408	0,033	0,037	0,031	0,013	0,049	0,065	0,006	0,009
L5	21/01/92	1,992	0,544	0,030	0,039	0,094	0,156	0,065	0,073	0,006	0,018
L5	11/02/92	2,107	0,260	0,119	0,203	0,034	0,045	0,115	0,158	0,032	0,087
L5	12/03/92	1,822	0,405	0,039	0,032	0,199	0,351	0,103	0,128	0,001	0,002
L5	09/04/92	2,169	0,374	0,048	0,047	0,049	0,090	0,068	0,117	0,001	0,002
L5	19/05/92	2,101	0,385	0,053	0,054	0,130	0,105	0,063	0,081	0,017	0,013
L5	25/06/92	1,211	0,245	0,064	0,051	0,269	0,186	0,078	0,039	0,030	0,056
L5	28/07/92	0,753	0,236	0,040	0,041	0,088	0,120	0,007	0,003	0,006	0,009
L5	10/09/92	0,679	0,131	0,012	0,011	0,048	0,035	0,141	0,038	0,011	0,007
L5	03/11/92	2,050	0,391	0,028	0,022	0,147	0,145	0,006	0,006	0,000	0,001
L5	07/12/92	1,869	0,325	0,040	0,034	0,122	0,058	0,056	0,038	0,000	0,000
L5	19/01/93	1,842	0,273	0,017	0,014	0,124	0,105	0,119	0,051	0,002	0,002
L5	26/02/93	1,989	0,295	0,023	0,026	0,140	0,126	0,229	0,097	0,000	0,000
L5	29/03/93	2,378	0,193	0,031	0,033	0,135	0,143	0,227	0,125	0,031	0,025
L5	05/05/93	2,250	0,245	0,028	0,024	0,272	0,149	0,206	0,106	0,003	0,009
L5	01/06/93	1,245	0,120	0,144	0,085	0,181	0,261	0,078	0,047	0,002	0,003
L5	07/07/93	0,989	0,190	0,039	0,025	0,292	0,310	0,083	0,050	0,003	0,004
L6	20/05/91	1,162	0,192	0,168	0,066	0,033	0,025	0,006	0,009	0,020	0,015
L6	25/06/91	0,878	0,101	0,049	0,019	0,062	0,028	0,008	0,006	0,009	0,007
L6	18/07/91	0,627	0,116	0,110	0,023	0,015	0,017	0,002	0,003	0,002	0,004
L6	23/08/91	0,785	0,167	0,202	0,122	0,037	0,025	0,009	0,007	0,004	0,004
L6	02/10/91	0,701	0,139	0,076	0,067	0,029	0,021	0,002	0,004	0,002	0,002
L6	22/10/91	1,294	0,279	0,137	0,051	0,043	0,015	0,004	0,007	0,001	0,002
L6	18/11/91	1,132	0,227	0,043	0,032	0,052	0,023	0,009	0,009	0,001	0,003
L6	13/12/91	1,053	0,318	0,046	0,031	0,042	0,024	0,015	0,008	0,003	0,005
L6	21/01/92	1,894	0,517	0,053	0,038	0,237	0,106	0,025	0,016	0,015	0,016
L6	12/02/92	1,633	0,275	0,057	0,040	0,230	0,206	0,038	0,025	0,038	0,038
L6	12/03/92	1,603	0,174	0,039	0,025	0,354	0,334	0,029	0,019	0,004	0,006
L6	10/04/92	1,651	0,210	0,092	0,086	0,247	0,361	0,013	0,018	0,020	0,047
L6	20/05/92	1,660	0,172	0,167	0,135	0,422	0,124	0,026	0,028	0,020	0,006
L6	26/06/92	1,109	0,154	0,083	0,049	0,503	0,170	0,024	0,015	0,025	0,017
L6	29/07/92	0,574	0,095	0,070	0,019	0,176	0,137	0,005	0,004	0,012	0,008
L6	10/09/92	0,704	0,190	0,057	0,034	0,185	0,155	0,107	0,119	0,014	0,016
L6	06/11/92	1,499	0,159	0,123	0,097	0,195	0,154	0,005	0,006	0,003	0,008
L6	07/12/92	1,393	0,292	0,119	0,105	0,187	0,145	0,023	0,015	0,004	0,009
L6	19/01/93	1,593	0,173	0,104	0,093	0,256	0,316	0,028	0,023	0,008	0,009
L6	01/03/93	1,855	0,207	0,091	0,067	0,249	0,165	0,063	0,027	0,007	0,004
L6	06/04/93	1,858	0,235	0,128	0,091	0,235	0,135	0,038	0,020	0,004	0,006
L6	05/05/93	1,581	0,220	0,171	0,187	0,280	0,268	0,021	0,027	0,009	0,010
L6	03/06/93	1,000	0,200	0,153	0,132	0,190	0,188	0,012	0,006	0,010	0,015

ANEXO 1. continuação

Talhão	Data	Folhas de bracatinga		Outras folhas		Ramos		Frutos		Miscelânea	
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
L6	08/07/93	0,750	0,153	0,137	0,116	0,545	0,254	0,012	0,009	0,004	0,009
L6	10/08/93	0,538	0,192	0,076	0,057	0,220	0,189	0,019	0,011	0,012	0,011
L6	28/09/93	0,674	0,159	0,142	0,119	0,348	0,310	0,102	0,041	0,009	0,007
L7	26/03/91	2,128	0,186	0,044	0,053	0,014	0,010	0,045	0,037	0,003	0,007
L7	22/04/91	2,438	0,261	0,060	0,049	0,057	0,035	0,075	0,047	0,014	0,016
L7	20/05/91	1,658	0,169	0,055	0,048	0,064	0,053	0,047	0,033	0,010	0,007
L7	26/06/91	1,219	0,285	0,294	0,216	0,346	0,115	0,147	0,085	0,037	0,033
L7	23/07/91	0,577	0,213	0,090	0,043	0,251	0,066	0,008	0,016	0,034	0,022
L7	21/08/91	1,252	0,215	0,098	0,124	0,053	0,021	0,038	0,033	0,010	0,014
L7	02/10/91	0,980	0,111	0,037	0,041	0,049	0,045	0,002	0,004	0,003	0,007
L7	21/10/91	1,619	0,174	0,025	0,036	0,023	0,022	0,003	0,004	0,000	0,000
L7	18/11/91	2,398	0,515	0,716	0,332	0,130	0,035	0,270	0,140	0,023	0,007
L7	16/12/91	1,056	0,090	0,219	0,094	0,197	0,147	0,046	0,037	0,015	0,008
L7	20/01/92	1,577	0,204	0,038	0,064	0,032	0,018	0,070	0,035	0,005	0,005
L7	11/02/92	1,551	0,260	0,040	0,056	0,051	0,013	0,090	0,051	0,014	0,020
L7	11/03/92	1,074	0,160	0,031	0,038	0,094	0,178	0,065	0,041	0,003	0,005
L7	09/04/92	1,338	0,287	0,014	0,022	0,070	0,091	0,045	0,029	0,003	0,006
L7	19/05/92	1,541	0,202	0,030	0,040	0,356	0,496	0,080	0,029	0,010	0,005
L7	25/06/92	1,221	0,226	0,074	0,067	0,435	0,149	0,056	0,041	0,025	0,014
L7	28/07/92	0,441	0,130	0,022	0,018	0,018	0,022	0,008	0,004	0,013	0,011
L7	10/09/92	0,503	0,086	0,010	0,013	0,028	0,019	0,004	0,003	0,002	0,003
L7	03/11/92	1,435	0,129	0,028	0,036	0,142	0,251	0,011	0,007	0,006	0,016
L7	04/12/92	0,971	0,112	0,037	0,036	0,059	0,068	0,054	0,032	0,009	0,017
L7	20/01/93	1,269	0,196	0,018	0,016	0,052	0,059	0,195	0,074	0,002	0,005
L7	26/02/93	1,500	0,151	0,026	0,025	0,050	0,046	0,206	0,077	0,002	0,003
L7	30/03/93	1,474	0,192	0,012	0,006	0,150	0,154	0,288	0,089	0,015	0,013
L7	03/05/93	1,610	0,216	0,016	0,014	0,271	0,255	0,301	0,089	0,007	0,005
L8	27/03/91	1,995	0,307	0,142	0,087	0,049	0,044	0,010	0,005	0,003	0,003
L8	22/04/91	2,209	0,516	0,178	0,097	0,061	0,023	0,013	0,013	0,004	0,008
L8	21/05/91	1,759	0,510	0,155	0,121	0,073	0,047	0,038	0,042	0,016	0,016
L8	27/06/91	1,204	0,193	0,195	0,045	0,249	0,058	0,013	0,012	0,035	0,012
L8	18/07/91	0,720	0,232	0,113	0,049	0,063	0,045	0,002	0,003	0,012	0,010
L8	22/08/91	0,832	0,324	0,312	0,227	0,042	0,021	0,011	0,016	0,015	0,013
L8	01/10/91	0,791	0,210	0,289	0,164	0,082	0,063	0,000	0,000	0,004	0,004
L8	21/10/91	1,332	0,259	0,134	0,100	0,047	0,028	0,000	0,000	0,010	0,010
L8	18/11/91	1,488	0,399	0,155	0,049	0,040	0,015	0,035	0,024	0,022	0,016
L8	13/12/91	1,390	0,363	0,157	0,112	0,072	0,053	0,060	0,033	0,000	0,000
L8	17/01/92	1,671	0,244	0,075	0,090	0,079	0,040	0,095	0,054	0,011	0,014
L8	10/02/92	1,735	0,247	0,103	0,079	0,040	0,025	0,112	0,046	0,007	0,008
L8	10/03/92	1,569	0,217	0,131	0,085	0,128	0,142	0,099	0,047	0,007	0,008
L8	08/04/92	1,635	0,285	0,212	0,132	0,093	0,165	0,092	0,042	0,009	0,011
L8	18/05/92	1,471	0,187	0,122	0,081	0,145	0,190	0,117	0,071	0,019	0,021
L8	24/06/92	0,988	0,245	0,253	0,098	0,323	0,147	0,090	0,036	0,062	0,035
L8	27/07/92	0,539	0,168	0,172	0,087	0,025	0,019	0,015	0,013	0,012	0,003
L8	09/09/92	0,514	0,251	0,262	0,224	0,060	0,049	0,104	0,141	0,020	0,015
L8	30/10/92	1,563	0,253	0,421	0,279	0,119	0,097	0,010	0,008	0,002	0,003
L8	03/12/92	0,967	0,246	0,446	0,340	0,172	0,107	0,089	0,053	0,009	0,018

ANEXO 1. continuação

Talhão	Data	Folhas de bracatinga		Outras folhas		Ramos		Frutos		Miscelânea	
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
L8	15/01/93	1,257	0,305	0,321	0,255	0,308	0,431	0,150	0,086	0,057	0,137
L8	25/02/93	1,253	0,288	0,153	0,113	0,081	0,096	0,144	0,068	0,002	0,003
L8	26/03/93	1,472	0,240	0,305	0,115	0,126	0,090	0,297	0,122	0,010	0,014
L8	30/04/93	1,194	0,310	0,200	0,147	0,162	0,157	0,117	0,060	0,023	0,036
L8	02/06/93	0,864	0,210	0,285	0,197	0,256	0,256	0,099	0,055	0,003	0,004
L8	06/07/93	0,709	0,129	0,311	0,169	0,292	0,226	0,049	0,051	0,011	0,010
L8	12/08/93	0,318	0,111	0,261	0,232	0,095	0,147	0,024	0,017	0,024	0,031
L8	17/09/93	0,544	0,177	0,451	0,429	0,248	0,169	0,188	0,097	0,019	0,023
L8	27/10/93	0,947	0,330	0,383	0,189	0,200	0,202	0,016	0,010	0,011	0,006
L9	21/05/91	1,668	0,299	0,071	0,064	0,069	0,048	0,008	0,006	0,018	0,016
L9	25/06/91	0,843	0,107	0,063	0,065	0,065	0,036	0,010	0,006	0,007	0,006
L9	18/07/91	0,753	0,228	0,014	0,017	0,017	0,015	0,001	0,002	0,003	0,004
L9	23/08/91	0,663	0,220	0,061	0,099	0,038	0,021	0,013	0,007	0,005	0,005
L9	02/10/91	0,571	0,189	0,085	0,080	0,040	0,012	0,005	0,007	0,006	0,008
L9	22/10/91	1,360	0,382	0,048	0,041	0,041	0,014	0,002	0,005	0,002	0,004
L9	18/11/91	1,089	0,203	0,090	0,107	0,044	0,019	0,008	0,008	0,002	0,003
L9	13/12/91	1,264	0,264	0,033	0,021	0,035	0,018	0,007	0,008	0,002	0,003
L9	17/01/92	1,462	0,245	0,033	0,035	0,172	0,085	0,051	0,026	0,003	0,006
L9	11/02/92	1,944	0,498	0,046	0,031	0,023	0,036	0,102	0,050	0,034	0,040
L9	12/03/92	1,506	0,180	0,049	0,038	0,120	0,119	0,076	0,045	0,006	0,007
L9	10/04/92	1,344	0,217	0,056	0,057	0,105	0,138	0,023	0,025	0,002	0,005
L9	20/05/92	1,350	0,261	0,033	0,030	0,402	0,359	0,087	0,046	0,028	0,031
L9	26/06/92	0,825	0,198	0,055	0,057	0,347	0,326	0,045	0,017	0,017	0,019
L9	29/07/92	0,422	0,082	0,019	0,023	0,151	0,089	0,008	0,008	0,008	0,007
L9	10/09/92	0,569	0,132	0,018	0,020	0,032	0,038	0,051	0,070	0,018	0,018
L9	06/11/92	1,351	0,207	0,027	0,021	0,033	0,053	0,003	0,003	0,001	0,003
L9	07/12/92	1,480	0,242	0,110	0,178	0,124	0,093	0,027	0,013	0,005	0,001
L9	19/01/93	1,474	0,252	0,071	0,108	0,140	0,076	0,031	0,014	0,007	0,008
L9	01/03/93	1,533	0,191	0,042	0,045	0,064	0,042	0,020	0,014	0,018	0,024
L9	06/04/93	1,812	0,253	0,064	0,080	0,258	0,267	0,052	0,039	0,008	0,005
L9	03/05/93	1,577	0,319	0,100	0,105	0,054	0,022	0,028	0,014	0,019	0,021
L9	03/06/93	0,977	0,140	0,064	0,062	0,082	0,071	0,024	0,015	0,009	0,011
L9	08/07/93	0,660	0,146	0,049	0,028	0,073	0,033	0,013	0,007	0,005	0,008
L9	10/08/93	0,477	0,132	0,034	0,031	0,039	0,034	0,014	0,007	0,013	0,012
L9	28/09/93	0,555	0,105	0,047	0,054	0,119	0,085	0,102	0,034	0,013	0,016
L9	28/10/93	1,665	0,337	0,102	0,191	0,038	0,019	0,004	0,003	0,019	0,010
L9	08/12/93	1,171	0,324	0,147	0,223	0,062	0,035	0,025	0,013	0,015	0,020
L10	23/07/91	0,500	0,174	0,108	0,126	0,120	0,104	0,016	0,007	0,028	0,047
L10	23/08/91	0,996	0,100	0,341	0,222	0,105	0,036	0,263	0,208	0,008	0,005
L10	02/10/91	0,400	0,126	0,211	0,154	0,023	0,020	0,000	0,000	0,010	0,008
L10	21/10/91	0,908	0,186	0,289	0,467	0,072	0,034	0,006	0,013	0,008	0,010
L10	18/11/91	0,717	0,306	0,056	0,069	0,025	0,015	0,006	0,005	0,044	0,112
L10	17/12/91	1,038	0,153	0,097	0,081	0,116	0,126	0,008	0,008	0,004	0,007
L10	20/01/92	1,318	0,225	0,077	0,050	0,065	0,065	0,020	0,016	0,010	0,013
L10	13/02/92	1,350	0,162	0,117	0,146	0,158	0,221	0,018	0,014	0,025	0,037
L10	13/03/92	1,266	0,081	0,114	0,080	0,190	0,262	0,018	0,009	0,027	0,068
L10	08/04/92	1,386	0,146	0,145	0,111	0,087	0,137	0,009	0,008	0,049	0,098

ANEXO 1. continuação

Talhão	Data	Folhas de bracatinga		Outras folhas		Ramos		Frutos		Miscelânea	
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
L10	21/05/92	1,298	0,098	0,162	0,146	0,095	0,051	0,026	0,020	0,015	0,007
L10	24/06/92	0,706	0,107	0,176	0,159	0,565	0,260	0,024	0,014	0,042	0,034
L10	27/07/92	0,455	0,072	0,222	0,266	0,118	0,112	0,006	0,005	0,034	0,023
L10	09/09/92	0,375	0,062	0,087	0,069	0,088	0,064	0,072	0,052	0,013	0,014
L10	30/10/92	1,288	0,163	0,247	0,122	0,189	0,106	0,007	0,007	0,040	0,113
L10	03/12/92	0,921	0,137	0,269	0,221	0,586	0,214	0,026	0,017	0,008	0,010
L10	18/01/93	1,051	0,179	0,195	0,123	0,198	0,103	0,029	0,012	0,000	0,001
L10	19/02/93	1,247	0,155	0,126	0,079	0,042	0,043	0,028	0,012	0,010	0,012
L10	26/03/93	1,306	0,181	0,168	0,102	0,169	0,110	0,106	0,076	0,012	0,015
L10	29/04/93	1,132	0,159	0,199	0,121	0,182	0,149	0,041	0,028	0,011	0,017
L10	04/06/93	0,664	0,146	0,152	0,086	0,242	0,277	0,025	0,020	0,043	0,083
L10	06/07/93	0,581	0,141	0,197	0,094	0,154	0,068	0,017	0,010	0,007	0,009
L11	20/05/91	1,154	0,178	0,328	0,220	0,042	0,049	0,022	0,014	0,042	0,024
L11	26/06/91	1,158	0,208	0,381	0,147	0,279	0,132	0,067	0,048	0,053	0,032
L11	16/07/91	0,404	0,097	0,223	0,088	0,097	0,107	0,003	0,004	0,017	0,022
L11	21/08/91	0,544	0,119	0,427	0,139	0,172	0,072	0,020	0,007	0,029	0,056
L11	01/10/91	1,021	0,204	0,404	0,184	0,055	0,037	0,021	0,022	0,033	0,023
L11	21/10/91	1,310	0,253	0,426	0,286	0,073	0,039	0,012	0,010	0,030	0,022
L11	18/11/91	2,253	0,387	0,299	0,269	0,212	0,063	0,135	0,083	0,047	0,018
L11	13/12/91	0,961	0,339	0,493	0,327	0,060	0,041	0,047	0,020	0,029	0,025
L11	21/01/92	1,474	0,486	0,107	0,052	0,072	0,078	0,080	0,050	0,016	0,016
L11	12/02/92	1,475	0,405	0,319	0,151	0,102	0,072	0,163	0,080	0,037	0,033
L11	12/03/92	1,524	0,350	0,339	0,234	0,314	0,489	0,130	0,074	0,026	0,055
L11	10/04/92	1,458	0,383	0,453	0,269	0,035	0,051	0,073	0,055	0,025	0,030
L11	20/05/92	1,348	0,576	0,538	0,261	0,384	0,337	0,126	0,054	0,044	0,034
L11	26/06/92	0,679	0,220	0,558	0,168	0,370	0,244	0,058	0,033	0,049	0,043
L11	29/07/92	0,343	0,094	0,334	0,109	0,127	0,111	0,033	0,014	0,031	0,020
L11	10/09/92	0,384	0,166	0,347	0,237	0,067	0,051	0,381	0,295	0,022	0,012
L11	03/11/92	1,415	0,624	0,451	0,253	0,253	0,170	0,006	0,005	0,042	0,084
L11	08/12/92	1,095	0,570	0,307	0,111	0,329	0,139	0,067	0,040	0,014	0,019
L11	18/01/93	1,327	0,705	0,276	0,116	0,224	0,200	0,099	0,027	0,015	0,017
L11	25/02/93	1,340	0,740	0,218	0,099	0,136	0,153	0,141	0,102	0,009	0,011
L11	29/03/93	1,506	0,738	0,464	0,467	0,315	0,467	0,160	0,040	0,037	0,055
L11	30/04/93	1,377	0,860	0,498	0,351	0,391	0,380	0,125	0,073	0,027	0,049
L11	04/06/93	0,892	0,655	0,334	0,220	0,197	0,263	0,047	0,025	0,003	0,005
L11	07/07/93	0,622	0,357	0,522	0,257	0,232	0,218	0,031	0,021	0,003	0,005
L12	18/11/91	1,206	0,350	0,289	0,448	0,017	0,018	0,003	0,006	0,026	0,066
L12	17/12/91	1,163	0,150	0,186	0,176	0,095	0,073	0,022	0,017	0,033	0,067
L12	20/01/92	1,349	0,267	0,159	0,156	0,055	0,031	0,034	0,030	0,003	0,006
L12	13/02/92	1,375	0,272	0,173	0,118	0,016	0,015	0,040	0,023	0,009	0,009
L12	13/03/92	1,388	0,292	0,178	0,097	0,043	0,050	0,046	0,022	0,012	0,019
L12	08/04/92	1,512	0,363	0,127	0,082	0,026	0,039	0,043	0,022	0,001	0,002
L12	21/05/92	1,363	0,282	0,177	0,128	0,237	0,293	0,052	0,030	0,024	0,015
L12	24/06/92	0,951	0,239	0,167	0,102	0,443	0,319	0,044	0,021	0,051	0,020
L12	27/07/92	0,540	0,153	0,098	0,067	0,047	0,081	0,015	0,031	0,016	0,016
L12	09/09/92	0,500	0,102	0,085	0,099	0,074	0,057	0,167	0,101	0,024	0,018
L12	30/10/92	1,343	0,509	0,208	0,211	0,043	0,042	0,005	0,003	0,024	0,043

ANEXO 1. continuação

Talhão	Data	Folhas de bracatinga		Outras folhas		Ramos		Frutos		Miscelânea	
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
L12	03/12/92	1,199	0,250	0,366	0,368	0,432	0,227	0,035	0,031	0,005	0,011
L12	18/01/93	1,285	0,270	0,230	0,224	0,108	0,093	0,116	0,050	0,001	0,003
L12	19/02/93	1,263	0,250	0,154	0,134	0,054	0,078	0,072	0,036	0,010	0,011
L12	26/03/93	1,393	0,345	0,205	0,194	0,078	0,040	0,229	0,104	0,010	0,008
L12	29/04/93	1,162	0,312	0,229	0,200	0,132	0,168	0,105	0,052	0,004	0,010
L12	04/06/93	0,935	0,212	0,208	0,140	0,116	0,061	0,077	0,046	0,020	0,030
L12	06/07/93	0,821	0,182	0,170	0,128	0,238	0,138	0,057	0,023	0,006	0,013
L12	09/08/93	0,671	0,192	0,174	0,136	0,098	0,122	0,053	0,025	0,009	0,018
L12	20/09/93	0,389	0,077	0,200	0,174	0,225	0,196	0,164	0,040	0,014	0,011
L12	27/10/93	0,876	0,168	0,294	0,307	0,093	0,075	0,013	0,006	0,001	0,002
L12	08/12/93	1,162	0,306	0,481	0,575	0,174	0,136	0,036	0,025	0,007	0,012
L13	21/05/91	1,017	0,230	0,340	0,125	0,032	0,035	0,029	0,024	0,027	0,022
L13	26/06/91	1,026	0,253	0,527	0,158	0,239	0,083	0,114	0,063	0,110	0,069
L13	16/07/91	0,401	0,162	0,245	0,123	0,074	0,053	0,018	0,021	0,007	0,004
L13	23/08/91	0,447	0,109	0,605	0,346	0,038	0,016	0,027	0,017	0,027	0,015
L13	01/10/91	0,696	0,194	0,712	0,309	0,104	0,115	0,054	0,052	0,021	0,024
L13	21/10/91	0,841	0,211	0,519	0,347	0,042	0,022	0,012	0,017	0,025	0,011
L13	18/11/91	1,266	0,267	0,559	0,195	0,118	0,070	0,020	0,015	0,022	0,012
L13	13/12/91	0,711	0,378	0,596	0,168	0,029	0,011	0,029	0,035	0,016	0,014
L13	21/01/92	1,004	0,494	0,284	0,179	0,046	0,061	0,026	0,015	0,017	0,017
L13	12/02/92	1,013	0,373	0,529	0,396	0,112	0,142	0,063	0,050	0,051	0,044
L13	13/03/92	1,027	0,435	0,414	0,300	0,046	0,076	0,076	0,076	0,018	0,009
L13	10/04/92	1,165	0,499	0,485	0,294	0,188	0,278	0,060	0,036	0,041	0,086
L13	20/05/92	1,089	0,336	0,470	0,214	0,328	0,296	0,090	0,055	0,032	0,023
L13	26/06/92	0,754	0,245	0,602	0,250	0,612	0,451	0,088	0,055	0,090	0,053
L13	29/07/92	0,327	0,128	0,344	0,103	0,058	0,055	0,017	0,011	0,018	0,016
L13	10/09/92	0,314	0,078	0,320	0,149	0,109	0,111	0,270	0,176	0,004	0,004
L13	03/11/92	1,164	0,401	0,672	0,264	0,145	0,223	0,010	0,011	0,002	0,005
L13	04/12/92	0,919	0,272	0,786	0,317	0,089	0,089	0,051	0,039	0,009	0,015
L13	18/01/93	0,923	0,400	0,574	0,300	0,109	0,100	0,195	0,123	0,008	0,012
L13	25/02/93	0,838	0,348	0,354	0,186	0,071	0,068	0,085	0,047	0,008	0,008
L13	29/03/93	1,088	0,503	0,439	0,257	0,065	0,061	0,189	0,086	0,048	0,055
L13	30/04/93	1,294	0,457	0,555	0,284	0,328	0,297	0,187	0,096	0,049	0,058
L13	04/06/93	0,758	0,303	0,477	0,232	0,278	0,246	0,141	0,078	0,013	0,017
L13	07/07/93	0,530	0,180	0,515	0,187	0,175	0,145	0,063	0,023	0,011	0,010
L14	23/07/91	0,537	0,295	0,148	0,185	0,126	0,087	0,007	0,006	0,016	0,020
L14	23/08/91	1,180	0,268	0,599	0,297	0,172	0,046	0,420	0,243	0,054	0,031
L14	02/10/91	0,421	0,065	0,304	0,257	0,050	0,087	0,011	0,008	0,011	0,015
L14	21/10/91	0,890	0,238	0,234	0,208	0,036	0,029	0,013	0,019	0,043	0,084
L14	18/11/91	0,888	0,260	0,348	0,252	0,022	0,013	0,002	0,004	0,016	0,019
L14	17/12/91	0,990	0,342	0,231	0,172	0,153	0,232	0,010	0,014	0,018	0,033
L14	20/01/92	0,868	0,269	0,237	0,246	0,031	0,017	0,023	0,026	0,004	0,004
L14	13/02/92	1,019	0,178	0,287	0,194	0,253	0,433	0,032	0,017	0,021	0,023
L14	13/03/92	1,172	0,399	0,241	0,159	0,137	0,273	0,033	0,011	0,017	0,022
L14	08/04/92	1,066	0,337	0,220	0,135	0,054	0,067	0,018	0,013	0,035	0,020
L14	21/05/92	1,116	0,313	0,234	0,105	0,165	0,282	0,045	0,035	0,020	0,015
L14	24/06/92	0,687	0,138	0,222	0,174	0,336	0,149	0,048	0,047	0,106	0,112

ANEXO 1. conclusão

Talhão	Data	Folhas de bracatinga		Outras folhas		Ramos		Frutos		Miscelânea	
		m	sd	m	sd	m	sd	m	sd	m	sd
L14	27/07/92	0,495	0,104	0,220	0,112	0,076	0,055	0,037	0,040	0,025	0,026
L14	09/09/92	0,229	0,095	0,114	0,143	0,022	0,032	0,075	0,109	0,012	0,013
L14	30/10/92	0,961	0,174	0,470	0,285	0,100	0,126	0,005	0,004	0,027	0,069
L14	03/12/92	0,769	0,356	0,465	0,290	0,596	0,713	0,025	0,021	0,055	0,106
L14	18/01/93	0,789	0,256	0,371	0,203	0,081	0,130	0,067	0,067	0,001	0,001
L14	19/02/93	0,750	0,257	0,322	0,161	0,081	0,096	0,053	0,049	0,005	0,007
L14	26/03/93	1,269	0,492	0,456	0,256	0,227	0,186	0,178	0,119	0,028	0,038
L15	17/07/91	0,326	0,113	0,431	0,166	0,149	0,119	0,046	0,028	0,026	0,025
L15	23/08/91	0,226	0,104	1,055	0,474	0,052	0,030	0,027	0,009	0,016	0,008
L15	02/10/91	0,510	0,230	0,881	0,205	0,028	0,017	0,071	0,060	0,010	0,006
L15	21/10/91	0,584	0,251	0,624	0,229	0,065	0,026	0,034	0,017	0,039	0,046
L15	18/11/91	0,448	0,233	0,705	0,274	0,044	0,040	0,016	0,023	0,022	0,024
L15	13/12/91	0,299	0,232	0,594	0,222	0,030	0,032	0,030	0,027	0,020	0,014
L15	17/01/92	0,486	0,218	0,554	0,226	0,129	0,144	0,071	0,069	0,018	0,016
L15	11/02/92	0,583	0,265	0,535	0,185	0,014	0,009	0,081	0,026	0,049	0,078
L15	12/03/92	0,615	0,278	0,318	0,144	0,048	0,104	0,133	0,055	0,039	0,055
L15	10/04/92	0,544	0,218	0,276	0,106	0,055	0,076	0,116	0,058	0,006	0,010
L15	20/05/92	0,587	0,177	0,338	0,145	0,400	0,429	0,153	0,097	0,052	0,034
L15	26/06/92	0,365	0,175	0,726	0,139	0,371	0,190	0,052	0,023	0,114	0,038
L15	29/07/92	0,178	0,113	0,480	0,300	0,129	0,214	0,039	0,054	0,028	0,038
L15	10/09/92	0,173	0,065	0,280	0,121	0,115	0,169	0,147	0,105	0,023	0,010
L15	06/11/92	0,636	0,214	0,630	0,313	0,083	0,062	0,012	0,016	0,009	0,009
L15	07/12/92	0,601	0,324	0,928	0,513	0,103	0,100	0,057	0,602	0,038	0,031
L15	19/01/93	0,606	0,223	0,693	0,261	0,120	0,108	0,065	0,045	0,009	0,009
L15	26/02/93	0,664	0,278	0,458	0,333	0,106	0,110	0,062	0,036	0,069	0,065
L15	06/04/93	0,665	0,313	0,528	0,217	0,087	0,052	0,068	0,032	0,007	0,007
L15	03/05/93	0,692	0,419	0,605	0,222	0,170	0,166	0,069	0,029	0,027	0,033
L15	03/06/93	0,417	0,191	0,514	0,203	0,127	0,081	0,026	0,023	0,010	0,009
L15	08/07/93	0,344	0,219	0,689	0,334	0,333	0,331	0,011	0,010	0,003	0,004