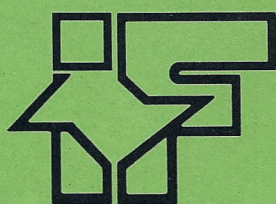




SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

COORDENADORIA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL

INSTITUTO FLORESTAL



REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

Rev.Inst.Flor.	São Paulo	v. 8	n. 2	p. 99-221	dez. 1996
----------------	-----------	------	------	-----------	-----------

DIRETOR GERAL

Oswaldo Poffo Ferreira

COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Cybele de Souza Machado Crestana

Edegar Giannotti

Demétrio Vasco de Toledo Filho

Eduardo Amaral Batista

Francisco Carlos Soriano Arcova

José Eduardo de Arruda Bertoni

Fábio Olmos Corrêa Neves

Sandra Monteiro Borges Florsheim

Yara Cristina Marcondes

Wanda Terezinha Passos Vasconcelos Maldonado

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA SEMESTRAL/SEMESTRAL PERIODICAL PUBLICATION

SOLICITA-SE PERMUTA

EXCHANGE DESIRED

ON DEMANDE L'ÉCHANGE

Biblioteca do

Instituto Florestal

Caixa Postal 1.322

01059-970 São Paulo, SP

Brasil

Fone: (011) 952-8555

Fax: (011) 204-8067

ERRATA
REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL - v. 8 - n. 2 - 1996

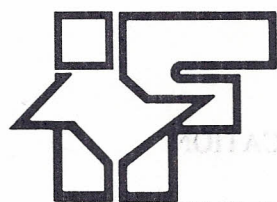
página	onde se lê:	leia-se:
185	TOLEDO FILHO, D. V. 1984.	<p>TOLEDO FILHO, D. V. 1984. <i>Composição florística e estrutura fitossociológica de vegetação de cerrado no Município de Luís Antônio (SP)</i>. Campinas, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 173p. (Dissertação de Mestrado)</p> <p>ZANATTO, A. C. <i>et al.</i> 1982. Ensaio de espaçamentos de jequitibá-vermelho, <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) O.Ktze. frente as condições de Luís Antônio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão-SP, set. 12-18, 1982. <i>Anais... Silvicultura em São Paulo</i>, São Paulo, 16A:1047-1050. Pt. 2. (Edição Especial)</p>



SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

COORDENADORIA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS, DOCUMENTAÇÃO E PESQUISA AMBIENTAL

INSTITUTO FLORESTAL



REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL

Rev.Inst.Flor.	São Paulo	v. 8	n. 2	p. 99-221	dez. 1996
----------------	-----------	------	------	-----------	-----------

COMISSÃO EDITORIAL/EDITORIAL BOARD

Cybele de Souza Machado Crestana
Edegar Giannotti
Demétrio Vasco de Toledo Filho
Eduardo Amaral Batista
Francisco Carlos Soriano Arcova
José Eduardo de Arruda Berton
Fábio Olmos Corrêa Neves
Sandra Monteiro Borges Florsheim
Yara Cristina Marcondes
Wanda Terezinha Passos Vasconcelos Maldonado

APOIO/SUPPORT

Carlos Eduardo Spósito (Revisão)
Carlos José de Araújo (Gráfica)
Adão Pereira Barbosa (Gráfica)

CONSULTORES EXTERNOS DESTA EDIÇÃO:

Adelita Aparecida Sartori Paoli - UNESP-Rio Claro	José Leonardo de Moraes - ESALQ/USP
Agnes Elisete Lucchi - Instituto de Botânica	Lilian Isolde Thomazini Casagrande - UNESP-Rio Claro
Alceu Arruda Veiga - Instituto Florestal (aposentado)	Márcio Rossi - Instituto Agrônômico
Antonio Aparecido Carpanezzi - CNPF-EMBRAPA	Mário Luiz Teixeira de Moraes - UNESP-Ilha Solteira
Fábio Poggiani - ESALQ/USP	Osvaldo Aulino da Silva - UNESP-Rio Claro
Geraldo Victorino de França - ESALQ/USP	Paulo Eduardo Telles dos Santos - ESALQ/USP
Hilton Thadeu Zarate do Couto - ESALQ/USP	Paulo Yoshio Kageyama - ESALQ/USP
Jarbas Shimizu - EMBRAPA-Colombo-PR	Sandra Farto Botelho Truffen - Instituto de Botânica
João Luiz Ferreira Batista - ESALQ/USP	Wellington Brás de Carvalho Delliti - CEPL-UNESP
José Dias Costa - ESALQ/USP	

SOLICITA-SE PERMUTA/EXCHANGE DESIRED/ON DEMANDE L'ÉCHANGE

Biblioteca do Instituto Florestal
Caixa Postal 1.322
010059-970 São Paulo-SP-Brasil
Fax: (011) 204-8067
Fone: (011) 952-8555

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA SEMESTRAL/SEMESTRAL PERIODICAL PUBLICATION

REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL
São Paulo, Instituto Florestal.

1989, 1(1-2)
1990, 2(1-2)
1991, 3(1-2)
1992, 4
1993, 5(1-2)
1994, 6
1995, 7(1-2)
1996, 8(1-2)

COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL
dezembro, 1996

SUMÁRIO/CONTENTS

Absorção de nutrientes em espécies florestais sob influência da adubação potássica. Nutrient uptake in forest species as related with potassium fertilizer. Ivo Ribeiro da SILVA; Antonio Eduardo FURTINI NETO; Fabiano Ribeiro do VALE & Nilton CURI	p. 99-108
Fenologia de <i>Genipa americana</i> L. (Rubiaceae) em mata ciliar da Estação Ecológica de Moji-Guaçu - SP. Phenology of <i>Genipa americana</i> L. (Rubiaceae) near by Moji-Guaçu river. Cybele de Souza Machado CRESTANA	109-121
Termossensibilidade de propágulos de fungos ectomicorrízicos em <i>Pinus luchuensis</i> Mayr. Thermosensitivity of <i>Pinus luchuensis</i> Mayr mycorrhizal fungi propagules. Nilse Kasue Shimura YOKOMIZO & Gaku MASUHARA	123-130
Deteção de endogamia em sementes de <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden. Determination of inbreeding in seeds of <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden. Aida Sanae SATO & Edson Seizo MORI	131-134
Consorteio entre espécies de <i>Pinus</i> e culturas agrícolas. <i>Pinus</i> species and agriculture species association. Sidnei Francisco da CRUZ; Osmar VILAS BOAS; Lêda Maria do Amaral GURGEL GARRIDO & Fernando Silveira FRANCO.....	135-144
Levantamento semidetalhado de solos na microbacia Água da Cachoeira visando a recuperação ambiental. Semidetalled soil mapping in little hydrographical basin in order to environment recover. Arthur Francisco MARQUES; Célia Regina Lopes ZIMBACK & Shinji KANECO	145-151
Variação das dimensões celulares no sentido medula-casca e base-topo de árvores de "aroeira" <i>Myracrodruon urundeuva</i> F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). I. Fibras. Variation of cell dimension in the pith-bark and base-top direction in "aroeira" <i>Myracrodruon urundeuva</i> F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). I. Fibers. Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM & Mário TOMAZELLO FILHO	153-165
Relações solo-vegetação no desenvolvimento das espécies florestais mais importantes da Reserva Estadual de Águas da Prata, SP. Soil vegetation relationship in the development of the most important forest species in the State Reserve of Águas da Prata, São Paulo State, Brazil. Eduardo Amaral BATISTA; Hilton Thadeu Zarate do COUTO; Paulo Roberto PARENTE; Demétrio Vasco de TOLEDO FILHO & José Eduardo de Arruda BERTONI	167-174
Recomposição de floresta ciliar de um trecho do rio Moji-Guaçu, município de Luís Antônio, SP. Gallery forest recomposition in a part of Moji-Guaçu river, São Paulo State, Brazil. Demétrio Vasco de TOLEDO FILHO; José Eduardo de Arruda BERTONI; Paulo Roberto PARENTE & Antonio Carlos Scatena ZANATTO	175-185

Produção de folheto em matas ciliares na região oeste do Estado de São Paulo. Litter production in riparian forests in the western region of São Paulo State, Brazil. Giselda DURIGAN; Hermógenes de Freitas LEITÃO FILHO & Sérgio Nereu PAGANO	187-199
Aspectos da determinação do volume de madeira de fuste de árvores de <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden. Aspects of merchantable volume determination for <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden. Gilberto de Souza PINHEIRO; Ricardo Antonio de Arruda VEIGA & Plínio de Souza FERNANDES	201-203
Testes de procedências de <i>Eucalyptus pseudoglobulus</i> e <i>Eucalyptus maidenii</i> em Itapeva - SP. Provenance trials of <i>Eucalyptus pseudoglobulus</i> and <i>Eucalyptus maidenii</i> in Itapeva, São Paulo State. Lígia de Castro ETTORI & Aida Sanae SATO	205-211
Dispersão de frutos/sementes de <i>Genipa americana</i> L. (Rubiaceae) em mata ciliar do rio Moji-Guaçu - SP. Fruits/seeds dispersal of <i>Genipa americana</i> L. (Rubiaceae) in a riparian forest of Moji-Guaçu river, SP. Cybele de Souza Machado CRESTANA	213-221

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM ESPÉCIES FLORESTAIS SOB INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA*

Ivo Ribeiro da SILVA**

Antonio Eduardo FURTINI NETO**

Fabiano Ribeiro do VALE**

Nilton CURI**

RESUMO

Em experimento conduzido em condições de casa de vegetação, de janeiro a abril de 1995, estudou-se a influência da adubação potássica sobre a absorção de nutrientes em quatorze espécies florestais de diferentes grupos ecológicos e no milho. Um solo com $0.72 \text{ mmolK}^+/\text{dm}^3$ de solo pelo Mehlich-1 foi utilizado como substrato, no qual, após a calagem, estabeleceram-se os seguintes tratamentos: sem aplicação de potássio (-K) e com aplicação de $84 \text{ mgK}^+/\text{kg}$ de solo. Os demais nutrientes foram convenientemente supridos em ambos os tratamentos. Constatou-se que a adubação potássica aumentou os teores de potássio em todas as espécies estudadas, enquanto as respostas em produção de matéria seca da parte aérea foram bastante diferenciadas entre elas. Os maiores teores de K foram encontrados para o milho e para as espécies climax, teores de K intermediários nas espécies secundárias e menores teores de K no tecido vegetal das espécies pioneiras. Também observou-se que a aplicação de potássio levou a uma maior absorção de nitrogênio no fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I.&B.) e fósforo no angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). A aplicação de potássio reduziu a absorção de Ca na cassia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I.&B.) e bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.), enquanto a absorção de magnésio foi menor no angico amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.), cassia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I.&B.), cassia verrugosa (*Senna multijuga* (L.C. Rich) I.&B.), ipê mirim (*Stenolobium stans* (Jun.) Seem.), bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.) e fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I.&B.), sem contudo reduzir a produção. Nas espécies climax, apenas os teores de potássio na parte aérea foram afetados pela adubação potássica.

Palavras-chave: absorção de nutrientes; adubação potássica; espécies florestais nativas.

ABSTRACT

It was studied the influence of the potassium fertilizer on nutrient uptake by fourteen native tree species and *Zea mays* L.; in a greenhouse experiment, carried out from January to April 1995. A soil with $0.72 \text{ mmolK}^+/\text{dm}^3$ of soil by Mehlich-1 was used as substrate. After being limed, the treatments were established as follow: without K application and with application of $84 \text{ mgK}^+/\text{kg}$ soil. The other nutrients were conveniently supplied in both treatments. The potassium fertilization increased K concentration in the shoot of all studied species, whereas the responses in shoot dry matter production were very distinct among them. Higher potassium concentration in the shoot were found for *Zea mays* L. and climax species, intermediate values for secondary species and lower K concentration in the vegetal tissue of pioneer species. Adding potassium increased nitrogen uptake by fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I.&B.) and phosphorus by angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). An antagonistic effect among K, Ca and Mg decreased calcium uptake by cassia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I. & B) and bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.), and decreased magnesium uptake by angico amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.), cassia carnaval (*Senna spectabilis* (DC) I.&B.), cassia verrugosa (*Senna multijuga* (L.C. Rich) I.&B.), ipê mirim (*Stenolobium stans* (Jun.) Seem.), bico de pato (*Machaerium nictitans* Vell. Benth.) and fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) I.&B.), however, the shoot dry matter productions was not reduced. In the climax species only K shoot concentration was changed by the potassium fertilization.

Key words: nutrient uptake; potassium fertilizer; native forest species.

(*) Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao CPGSNP-DCS-UFLA, Lavras-MG, trabalho financiado pela CEMIG e FAPEMIG. Aceito para publicação em setembro de 1996.

(**) UFLA, Departamento de Ciência do Solo, Caixa Postal 37, 37200-000, Lavras, MG, Brasil. (Bolsista do CNPq)

1 INTRODUÇÃO

O potássio não é apenas um dos nutrientes mais absorvidos pelas plantas, mas é também aquele com maior diversidade de funções nos processos metabólicos. No desempenho dessas funções ele interage com muitos outros nutrientes e constituintes vegetais (DIBB & THOMPSON, 1985), podendo resultar em um aumento ou redução da absorção de outros elementos (USHERWOOD, 1982).

A aplicação de potássio no solo pode reduzir a fixação de NH_4^+ (TISDALE *et al.*, 1993), pois eles possuem raios iônicos semelhantes. No entanto, a adubação potássica pode também reduzir a absorção de NH_4^+ pelas plantas, pois esses dois íons, K^+ e NH_4^+ competem pelos mesmos sítios do carregador durante o processo de absorção (EPSTEIN, 1975) ou pelo gradiente de potencial elétrico, como força motora do influxo de cátions (VALE *et al.*, 1987; VALE *et al.*, 1988). Por outro lado, AJAYI *et al.* (1970) sugerem efeito complementar entre esse dois íons no processo de absorção.

As interações entre potássio e fósforo são menos freqüentemente observadas (DALIPARTHY *et al.*, 1994). Contudo, ADRIANO *et al.* (1971) observaram que o potássio favoreceu a absorção de P em plantas de milho. ADAPETU & AKAPA (1977) também reportam que a absorção de fósforo por plantas de caupi foi marcadamente reduzida sob condições de deficiência de potássio. Pode também ocorrer um efeito negativo do aumento da concentração de potássio sobre a absorção de teores de fósforo pelas plantas (EGILLA & DAVIES JÚNIOR, 1995).

Existem evidências que o cálcio e o magnésio, cátions dominantes na nutrição de plantas, apresentam uma inibição competitiva na absorção do potássio em várias espécies vegetais. SHUKLA & MUKHI (1979) relatam a existência de um antagonismo na absorção do K com Ca e Mg em plantas de milho. EGILLA & DAVIES JÚNIOR (1995) encontraram que, com a elevação da concentração de potássio na solução, ocorreu um decréscimo nos teores de Ca e Mg no tecido vegetal de hibiscus. Efeito competitivo na absorção de K pelo Ca e Mg tem sido relatado nas espécies nativas *Hymenaea courbaryl* L. var. *stilbocarpa* (Haynea) Lee et Lang, *Copaifera langsdorffii* Desf., e

Peltophorum dubium (Spreng) Taub. (DUBOC, 1994). Também RENÓ (1994), trabalhando com espécies florestais pertencentes à diferentes grupos ecológicos, observou uma competição entre esses íons durante a absorção, sem contudo afetar o crescimento das plantas.

Estudos sobre a influência da adubação potássica sobre a absorção dos demais nutrientes estão disponíveis para várias culturas. No entanto, trabalhos abordando estes efeitos em espécies florestais nativas ainda são bastante escassos. O presente experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da disponibilidade de potássio no solo sobre a absorção de nutrientes por quatorze espécies florestais na fase inicial de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de janeiro à abril de 1995, em condições de casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-UFLA.

O material de solo utilizado foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade de um Cambissolo Álico, situado no município de Nazareno-MG, na região sob influência da represa de Itutinga Camargos-CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais). O solo foi seco ao ar, passado em peneira de 5 mm, e acondicionado em colunas de PVC de 1,5 dm³ com 1,35 kg de solo. As colunas foram revestidas com sacos de polietileno para não permitir a lixiviação de nutrientes. A calagem foi aplicada individualmente em cada vaso, seguida de completa homogeneização. Utilizou-se uma mistura de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ puros para análise na relação 4:1, em quantidade suficiente para atingir pH 6.0. O solo foi então incubado por um período de quinze dias, com umidade correspondente a 60% do volume total de poros (FREIRE *et al.*, 1980).

Os tratamentos consistiram de aplicação de 84 mg K^+ /kg de solo ou sem aplicação de potássio. Todos os vasos receberam uma adubação de plantio constituída por 30 mgN/kg, 100 mgP/kg e 34.4 mgS/kg de solo na forma de sais p.a. Os micronutrientes foram fornecidos nas seguintes doses: B- 0,8 mg/kg, Mn- 3,6 mg/kg; Cu- 1,3 mg/kg; Fe- 1,5 mg/kg; Mo- 0,15 mg/kg e Zn- 4,0 mg/kg. Após a aplicação dos tratamentos o solo foi novamente incubado por quinze dias. Passado esse

período, coletaram-se amostras para caracterização química (VETTORI, 1969, modificado por EMBRAPA, 1979) e física (CAMARGO *et al.*, 1986), cujos resultados se encontram na TABELA 1. Durante o período de condução do

experimento, foram aplicados em cobertura 100 mgN/kg de solo, na forma de NH₄NO₃, sendo a primeira aplicação aos 40 dias após a emergência, e as demais em intervalos de 20 dias.

TABELA 1 - Características químicas e físicas do solo após a aplicação dos tratamentos.

Tratamento	pH H ₂ O	P mg/kg	K ——	Ca mmol/dm ³	Mg ——	H+Al ——	mat.org. ——	areia ——	silte g/kg	argila ——
Sem potássio	6.2	28.0	0.72	28.0	9.0	15.0	16.0	620	150	230
Com potássio	6.3	26.0	2.86	25.0	10.0	15.0	16.0	620	150	230

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado num fatorial 15 x 2 (15 espécies vegetais e 2 níveis de potássio), com 6 repetições, totalizando 180 parcelas. As espécies florestais utilizadas, bem como suas características se encontram na TABELA 2. As sementes das plantas, quando recomendado, foram submetidas à quebra de dormência conforme DAVIDE &

FARIA (1995), sendo então plantadas diretamente nos vasos de cultivo. Quinze dias após a germinação procedeu-se o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso. No decorrer do período experimental, a umidade do solo foi mantida em 60% do volume total de poros, através de pesagens periódicas, completando-se com água desmineralizada o volume de água evapotranspirado.

TABELA 2 - Características das espécies utilizadas.

Nome comum	Nome científico	Grupo ecológico	Família
Angico amarelo	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taub.	Pioneira (P)	Leguminosae
Cassia carnaval	<i>Senna spectabilis</i> (DC) I.&B.	Pioneira (P)	Leguminosae
Cassia verrugosa	<i>Senna multijuga</i> (L.C. Rich) I.&B.	Pioneira (P)	Leguminosae
Ipê mirim	<i>Stenolobium stans</i> (Jun.) Seem.	Pioneira (P)	Bignonaceae
Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don.	Pioneira (P)	Bignonaceae
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Pioneira (P)	Sterculiaceae
Trema	<i>Trema micrantha</i> Bloom	Pioneira (P)	Ulmaceae
Angico vermelho	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Secundária (S)	Leguminosae
Bico de pato	<i>Machaerium nictitans</i> Vell. Benth.	Secundária (S)	Leguminosae
Cedro	<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Secundária (S)	Meliaceae
Fedegoso	<i>Senna macranthera</i> (Collad.) I.&B.	Secundária (S)	Leguminosae
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Clímax (C)	Leguminosae
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.(Hayne) Lee et Lang	Clímax (C)	Leguminosae
Pau pereira	<i>Platycianus regnelli</i> Benth.	Clímax (C)	Leguminosae
Milho	<i>Zea maiz</i> L.	Anual (A)	Gramineae

As plantas foram colhidas aos 100 dias após a emergência, sendo então separadas em parte aérea e raiz. O material colhido, após ser seco em estufa à temperatura de 70°C até peso constante, foi pesado e moído. Posteriormente, efetuou-se a digestão nítrico-perclórica, determinando-se nos extratos, o P colorimetricamente pelo método da vitamina C; o K por fotometria de chama; os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. A determinação do N total, após digestão sulfúrica, foi feita pelo método de Kjeldahl (BREMMER & MULVANEY, 1982).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos alteraram de maneira distinta a produção de matéria seca da parte aérea em função da espécie e grupo ecológico (TABELA 3), o que também foi observado para o teor e o conteúdo de nutrientes na parte aérea das plantas (TABELAS 4 e 5). Para todas as espécies, a omissão de potássio acarretou redução de teores e conteúdos desse nutriente nas raízes e parte aérea, porém a magnitude dos feitos foi bastante diferenciada, em função da espécie e grupo ecológico. Quando o potássio não foi aplicado, as maiores reduções nos teores médios de K na parte aérea ocorreram no grupo das espécies pioneiras, seguido pelo grupo das espécies secundárias e clímax, atingindo reduções de 170.0, 105.0 e 57.0%, respectivamente (TABELA 4). Os menores teores de potássio observados ao se omitir o nutriente, acompanham as reduções observadas na produção de matéria seca da parte aérea (TABELA 3), que foi em média 30.0, 34.0 e 10.4%, para o grupo das espécies pioneiras, secundárias e clímax, respectivamente. Ainda, sob condições de baixa disponibilidade de K no solo, os teores médios de K na parte aérea são menores nas espécies pioneiras, mais elevados nas espécies clímax e com valores intermediários nas espécies secundárias (TABELA 4). O milho apresentou os maiores teores de K na parte aérea (TABELA 4), mesmo com elevada produção de matéria seca (TABELA 3), o que está em concordância com os dados de MENGEL (1989), que estabelece que culturas com alto potencial produtivo requerem uma elevada concentração de K no tecido vegetal, enquanto espécies florestais necessitam de teores relativamente menores. Este

comportamento não indica que essas últimas sejam mais eficientes em utilizar esse nutriente para produção de matéria seca. Embora maiores quantidades de K tenham sido absorvidas pelas espécies pioneiras em comparação às espécies clímax (TABELA 5), a maior produção de biomassa das primeiras se deve provavelmente às diferenças no uso dos nutrientes.

Pode-se inferir também, que mesmo em condições de baixa disponibilidade de K no solo, as espécies clímax são capazes de absorver e acumular potássio na parte aérea, mantendo este nutriente em teores mais elevados em comparação com aqueles das espécies dos demais grupos ecológicos. Um aspecto a ser considerado, diz respeito à baixa taxa de crescimento das espécies clímax, mesmo em ambiente com suprimento adequado de nutrientes (LAMBERS & POORTER, 1992), em função de adaptação ecológica dessas espécies.

O maior incremento no teor médio de potássio da parte aérea no grupo das plantas pioneiras quando da aplicação de K, pode também ser devido a uma maior taxa de absorção em função do aumento da demanda criada pela parte aérea, uma vez que o crescimento das plantas deste grupo foi mais acentuado (TABELA 3). Parece haver um mecanismo de "feedback" entre a parte aérea e as raízes das plantas. Quando o teor de K na parte aérea é reduzido em função do crescimento, esta envia um sinal às raízes para que ocorra um aumento do fluxo de entrada de potássio (CLAASSEN & BARBER, 1976).

Apesar da observação de que o grupo das espécies clímax apresenta, em média, teores de K mais elevados em relação ao grupo das espécies pioneiras e secundárias (TABELA 4), em virtude do menor crescimento, as quantidades de K acumuladas pelas espécies clímax são bastante pequenas (TABELA 5). Esse comportamento indica que, apesar destas espécies apresentarem menor conversão do potássio absorvido em biomassa, elas apresentam baixas taxas de crescimento, o que confere uma menor demanda para esse nutriente. Estas espécies seriam, portanto, menos prováveis de exaurir as reservas de nutrientes no solo (CHAPIN III, 1980; LAMBERS & POORTER, 1992), embora deva ser também considerado que o comportamento das espécies é distinto no estágio adulto.

TABELA 3 - Produção de matéria seca da parte aérea em função da espécie vegetal e da aplicação de potássio⁽¹⁾.

Espécie	Grupo Ecológico	Matéria seca da parte aérea	
		+K	-K
		g/vaso	
Angico amarelo	Pioneira	9.82a	7.88b
Cassia carnaval	Pioneira	7.61a	7.15a
Cassia verrugosa	Pioneira	9.90a	8.01b
Ipê mirim	Pioneira	10.58a	8.24b
Jacarandá mimoso	Pioneira	6.19a	4.63b
Mutambo	Pioneira	12.20a	8.23b
Trema	Pioneira	12.86a	9.13b
<u>Média</u>		<u>9.88</u>	<u>7.61</u>
Angico vermelho	Secundária	5.12a	4.63a
Bico de pato	Secundária	4.77a	4.75a
Cedro	Secundária	8.26a	3.96b
Fedegoso	Secundária	9.94a	7.78b
<u>Média</u>		<u>7.02</u>	<u>5.28</u>
Copaíba	Clímax	0.77a	0.85a
Jatobá	Clímax	3.70a	3.46a
Pau pereira	Clímax	4.70a	4.01a
<u>Média</u>		<u>3.06</u>	<u>2.77</u>
Milho	Anual	10.05a	6.48b

(1) +K: tratamento com adubação potássica; -K: tratamento sem adubação potássica.
Médias seguidas pela mesma letra no sentido das linhas não diferem entre si (Tukey 5%).

TABELA 4 - Teores médios de macronutrientes na parte aérea das espécies florestais e do milho em função da aplicação de potássio⁽¹⁾.

Espécies	N		P		K		Ca		Mg	
	+K	-K	+K	-K	+K	-K	+K	-K	+K	-K
	mg/Kg									
Ang. Amarelo	21.4b	28.0a	1.7a	1.8a	6.8a	2.6b	17.0a	21.4a	2.3b	3.9a
Cas. Carnaval	27.6a	25.9a	2.0a	2.6a	10.9a	3.9b	27.3b	40.3a	2.4b	4.6a
Cas. Verrugosa	22.2a	21.9a	1.9a	2.2a	9.5a	3.2b	39.0b	51.5a	2.5b	4.4a
Ipê mirim	20.0a	23.1a	1.9a	2.5a	4.8a	1.8b	18.8a	21.6a	3.5b	5.9a
Jacar. Mimoso	24.3a	21.2a	1.9a	1.6a	6.1a	2.9b	16.4a	20.8a	5.0b	5.7a
Mutambo	15.9b	25.9a	1.8b	2.9a	5.4a	1.8b	35.9b	44.9a	7.0a	5.4a
Trema	16.5b	22.5a	2.4b	3.5a	5.4a	2.0b	47.0b	57.4a	5.1a	5.1a
Média	21.13	24.07	1.9	2.4	7.0	2.6	28.8	36.8	4.0	5.0
Ang. Vermelho	29.2b	33.8a	1.6a	1.1b	7.8a	2.4b	15.7b	23.8a	2.0b	3.2a
Bico de pato	28.6a	28.7a	1.5a	1.5a	9.7a	6.4b	31.7b	57.4a	3.6b	5.8a
Cedro	28.1a	24.6a	1.8a	1.3a	9.2a	4.1b	28.1b	61.9a	4.0b	5.9a
Fedegoso	28.8a	19.4b	2.0a	2.5a	5.1a	2.7b	44.2b	65.3a	2.4b	5.9a
Média	28.7	26.6	1.7	1.6	8.0	3.9	29.9	52.1	3.0	5.2
Copaíba	21.8a	21.2a	1.6a	1.4a	10.0a	7.9b	19.0a	20.6a	3.3b	4.2a
Jatobá	18.1a	21.0a	1.1a	1.3a	5.2a	3.4b	13.0a	19.9a	1.8a	1.8a
Pau pereira	38.8a	35.0a	1.0a	1.4a	9.5a	4.4b	49.6a	55.5a	3.0b	3.7a
Média	26.2	25.7	1.2	1.4	8.2	5.2	27.2	32.0	2.7	3.2
Milho	30.6a	28.8a	2.0a	2.6a	12.4a	4.9b	18.0a	23.9a	6.0a	5.4a
CV (%)	16.3		15.4		14.7		16.7		13.1	

(1) +K: com adubação potássica; -K: sem adubação potássica.
Médias seguidas pela mesma letra no sentido das linhas, dentro do mesmo parâmetro, não diferem entre si (Tukey 5%).

TABELA 5 - Conteúdo de macronutrientes da parte aérea de espécies florestais nativas e do milho em função da adubação potássica⁽¹⁾.

Espécie	Grupo Ecológico	N		P		K		Ca		Mg	
		+K	-K	+K	-K	+K	-K	+K	-K	+K	-K
		mg./planta									
Angico amarelo	P	206.5a	219.8a	16.8a	13.8a	66.4a	20.0b	165.7a	166.7a	22.1b	30.8a
Cassia carnaval	P	210.3a	185.5a	15.3a	18.5a	81.9a	27.9a	206.6b	289.0a	18.4b	33.2a
Cassia verrugosa	P	220.9a	114.5b	19.2a	17.5a	94.6a	26.0b	391.0a	411.2a	25.1b	34.6a
Ipê mirim	P	207.7a	191.1a	19.8a	20.5a	51.2a	14.5b	197.5a	173.0a	37.4b	48.4a
Jacarandá mimoso	P	152.5a	96.6b	12.1a	7.6b	38.0a	13.3b	103.0a	96.6a	31.5a	26.3a
Mutambo	P	193.6a	216.6a	22.1a	24.3a	66.4a	15.0b	439.6a	365.1a	65.9a	33.1b
Trema	P	213.8a	205.9a	31.1a	32.3a	69.4a	18.2b	607.5a	496.6b	66.8a	46.7b
Angico vermelho	S	151.2a	157.7a	8.41a	4.91b	39.9a	10.7b	121.6a	72.8a	9.1a	16.1a
Bico de pato	S	136.3a	137.4a	7.29a	7.27a	45.7a	30.4b	151.4b	272.6a	17.1b	27.5a
Cedro	S	230.6a	93.6b	14.8a	5.16b	75.3a	16.1b	229.6a	256.2a	32.4a	23.6b
Fedegoso	S	288.9a	150.6b	19.7a	19.5a	50.7a	21.0b	442.1a	511.9a	24.8b	45.6a
Copaíba	C	16.6a	18.0a	1.23a	1.18a	8.00a	6.7a	14.5a	17.4a	2.5a	3.6a
Jatobá	C	66.6a	70.1a	4.2a	4.6a	19.0a	11.8a	47.8a	58.5a	6.4a	6.4a
Pau pereira	C	182.0a	143.3a	4.8a	5.7a	44.4a	17.7b	228.8a	225.2a	13.7a	14.8a
Milho	A	306.7a	184.9b	20.4a	17.2a	125a	31.2b	180.9a	152.7a	60.5a	35.3b
CV (%)		24.3		24.6		21.4		28.2		22.8	

(1) +K: com adubação potássica; -K: sem adubação potássica.
Médias seguidas pela mesma letra no sentido das linhas, dentro do mesmo parâmetro, não diferem entre si (Tukey 5%).

A adubação potássica também aumentou significativamente a absorção de nitrogênio apenas para o fedegoso, o qual apresenta maior teor e conteúdo de N na parte aérea (TABELAS 4 e 5). O incremento nos teores de nitrogênio devido a um efeito complementar do K na absorção dos íons NH_4^+ também foi observado por AJAYI *et al.* (1970). Um aumento nos teores de nitrogênio nas plantas de fedegoso também poderia ocorrer devido à fixação biológica (FRANCO, 1984), mas nas condições desse estudo, esta não deve ser considerada, visto que não se constatou a presença de nódulos nesta leguminosa. De maneira contrastante, no angico amarelo, angico vermelho, mutambo e trema houve uma redução nos teores de N com a adubação potássica, o que é um indicativo de estar ocorrendo um efeito de "diluição" (JARREL & BEVERLY, 1981), devido ao maior crescimento das plantas nessas condições (TABELA 3).

O fósforo foi o macronutriente da parte aérea com menor alteração em função da adição de K no solo. No caso onde houve aplicação de potássio, trema e mutambo sofreram uma redução nos teores de P, o que está relacionado com um "efeito de diluição", em função do grande crescimento da parte aérea dessas espécies em resposta à adubação potássica (TABELA 3). Por outro lado, observou-se um aumento significativo no teor e conteúdo de P do angico vermelho no tratamento onde se procedeu a aplicação de K (TABELAS 4 e 5), demonstrando ter havido um aumento substancial na absorção desse nutriente. Interações entre o K e o P tem sido menos freqüentemente observadas (DALIPARTHY *et al.*, 1994), pois as quantidades de fósforo acumuladas pelas plantas são relativamente pequenas quando comparadas com as quantidades dos demais nutrientes. ADEPTU & AKAPA (1977) reportam um efeito positivo do potássio na absorção de fósforo em plantas de caupi, e atribuem esse comportamento à existência de sítios de absorção nas raízes que são especificamente ativados pelo potássio. Fatores como morfologia e atividade fisiológica radicular ou outras interações a nível rizosférico podem estar ditando esse comportamento (CARADUS, 1990).

A adição de K ao solo alterou significativamente os teores de cálcio e magnésio da parte aérea das espécies pioneiras e secundárias. A elevação dos teores de K do solo acarretou numa

redução dos teores de cálcio da cassia carnaval, cassia verrugosa, mutambo e trema (espécies pioneiras) e ainda do angico vermelho, bico de pato, cedro e fedegoso (espécies secundárias) (TABELAS 4 e 5). Nessas condições, cassia carnaval e bico de pato apresentam conteúdos de Ca significativamente menores, que aliados àqueles da cassia verrugosa, cedro e fedegoso, sugerem a ocorrência de inibição competitiva entre o cálcio e o potássio durante o processo de absorção, conforme também indicado por MARSCHNER (1986). Comportamento semelhante é observado em relação ao magnésio no angico amarelo, cassia carnaval, cassia verrugosa, ipê mirim, bico de pato e fedegoso, porém em nenhuma das situações a redução na absorção desses nutrientes em função da aplicação de potássio, foi suficiente para reduzir a produção (TABELA 3). De maneira oposta, os menores teores de Ca na trema e mutambo parecem estar relacionados com a maior produção de matéria seca da parte aérea, uma vez que o conteúdo de cálcio aumentou na presença da adubação potássica, porém significativamente diferente apenas na trema. Com exceção desta última espécie, menores teores de magnésio associados a conteúdos superiores também foram observados na mutambo, cedro e milho (TABELAS 3 e 4). Já para as espécies clímax, a absorção de cálcio e magnésio não foi influenciada de maneira significativa pela aplicação de K. Efeito competitivo do potássio com cálcio e magnésio tem sido relatado em *Araucaria angustifolia* (SIMÃO & COUTO, 1973), *Acacia mangium* (DIAS *et al.* 1991), *Hybiscus rosa-sinensis* (EGILLA & DAVIES JUNIOR, 1995), em jatobá, copaíba e angico amarelo (DUBOC, 1994), e em várias espécies florestais nativas (RENÓ, 1994). SHUKLA & MUKHI (1979) ressaltam que o antagonismo entre esses íons é de natureza fisiológica, podendo este ocorrer não apenas durante o processo de absorção, mas também na posterior translocação das raízes para a parte aérea.

Os resultados aqui obtidos mostram que em espécies como a trema e mutambo, que possuem um sistema radicular bem desenvolvido (SILVA *et al.*, 1995), a aquisição de cálcio e magnésio é menos influenciada pelo potássio, mesmo havendo uma competição entre eles durante a absorção. Nesse processo podem ainda estar envolvidos os efeitos da capacidade

de troca de cátions das raízes (TISDALE *et al.*, 1993), fazendo com que espécies com maior CTC sejam mais eficientes em absorver os cátions divalentes. Assim, cálcio e magnésio são preferencialmente absorvidos em relação ao potássio. De fato, (VALE *et al.*, 1995) constataram que a trema possui uma CTC radicular das mais elevadas entre as espécies estudadas.

4 CONCLUSÕES

a) A aquisição de nutrientes nas espécies clímax foi menos influenciada pela adubação potássica do que nas espécies pioneiras e secundárias;

b) a aplicação de potássio aumentou os teores de potássio da parte aérea de todas as espécies estudadas, no entanto, as respostas em produção de matéria seca foram bastante distintas entre espécies e grupo ecológico. Esta prática também levou a um aumento da absorção de nitrogênio no fedegoso e de fósforo no angico vermelho;

c) a adição de potássio reduziu a absorção de cálcio na cassia carnaval e bico de pato, e também levou a uma redução na absorção de magnésio no angico amarelo, cassia carnaval, cassia verrugosa, ipê mirim, bico de pato e fedegoso, sem contudo reduzir a produção de matéria seca da parte aérea; e

d) trema e mutambo demonstraram uma elevada capacidade de aquisição de cálcio e magnésio, mesmo quando da realização da adubação potássica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEPTU, J. A. & AKAPA, L. K. 1977. Root growth and nutrient uptake characteristics of some cowpea varieties. *Agronomy Journal*, Madison, 69(6):940-943.
- ADRIANO, D. C.; PAULSEN, G. M.; MURPHY, L. S. 1971. Phosphorus-iron and phosphorus-zinc relationships in corn (*Zea mays* L.) seedlings as affected by mineral nutrition. *Agronomy Journal*, Madison, 63(1):36-39.
- AJAYI, O.; MAYNARD, D. N.; BARDER, A. V. 1970. The effect of potassium on ammonium nutrition of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Agronomy Journal*, Madison, 62(6):818-821.
- BREMNER, J. M. & MULVANEY, C. S. 1982. Nitrogen total. In: PAGE, A. L. (ed.) *Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties*. 2.ed. Madison, ASA/SSSA. cap. 31. p. 595-624.
- CAMARGO, O. A. *et al.* 1986. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas, IAC. 94p.
- CARADUS, J. R. 1990. Mechanism improving nutrient use by crop and herbage legumes. In: DUNCAN, R. R. & BALIGAR, V. C. *Crops as enhancers of nutrient use*. New York, Academic Press. p. 253-311.
- CHAPIN III, F. S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology Systematics*, Palo Alto, 11:233-260.
- CLAASSEN, N. & BARBER, S. A. 1976. Simulation model for nutrient uptake from soil by a growing plant root system. *Agronomy Journal*, Madison, 68(6):961-964.
- DALIPARTHY, J.; BARKER, A. V.; MONDAL, S. S. 1994. Potassium fractions with other nutrients: a review focusing on the tropics. *Journal of Plant Nutrition*, New York, 17(11):1859-1886.
- DAVIDE, A. C. & FARIA, J. M. R. 1995. *Index Semminum do Laboratório de Sementes Florestais do DCF-UFPA*. Belo Horizonte, CEMIG. 20p.
- DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H. & BRIENZA JUNIOR, S. 1991. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd: 2. Resposta a nitrogênio e a potássio. *Revista Árvore*, Viçosa, 15(1):11-22.
- DIBB, D. W. & THOMPSON, J. R. 1985. Interaction of potassium with other nutrients. In: MUNSON, R. D. *Potassium in Agriculture*. Madison, ASA/CSSA/SSSA. cap. 22 p. 515-543.
- DUBOC, E. 1994. *Requerimentos nutricionais de espécies florestais nativas: Hymenaea courbaryl L. var. stilbocarpa (Haynee) Lee et Lang (jatobá), Copaifera langsdorffii Desf. (óleo copaíba) e Peltophorum dubium (Spreng) Taub. (canafistula)*. Lavras, ESAL. 68p. (Dissertação de Mestrado)
- EGILLA, J. N. & DAVIES JUNIOR, F. T. 1995. Response of *Hybiscus rosa-sinensis* L. to varying levels of potassium fertilization: growth, gas exchange and mineral element

- concentration. *Journal of Plant Nutrition*, New York, 18(9):1765-1783.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 1979. *Manual de métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro. n.p.
- EPSTEIN, E. 1975. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro, EDUSP. 341p.
- FRANCO, A. A. 1984. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19:253-261.
- FREIRE, J. C. et al. 1980. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação à níveis de água em solos da região de Lavras-MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 4(5):5-8.
- JARREL, W. M. & BEVERLY, R. B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*. New York, 34:197-224.
- LAMBERS, H. & POORTER, H. 1992. Inherent variations in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. *Advances in Ecological Research*, San Diego, 23:188-261.
- MARSCHNER, H. 1986. *Mineral nutrition of higher plants*. 4.ed. San Diego, Academic Press. 674p.
- MENGEL, K. 1989. Experimental approaches in different crop species. In: COLLOQUIUM OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 21, Louvain-la-Neuve, 1989. *Proceedings...* Bern, International Potash Institute. p.67-76.
- RENÓ, N. B. 1994. *Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies nativas no sudeste brasileiro*. Lavras, ESAL. 62p. (Dissertação de Mestrado)
- SHUKLA, U. C. & MUKHI, A. K. 1979. Sodium, potassium and zinc relationship in corn. *Agronomy Journal*, Madison, 71(2):235-237.
- SILVA, I. R. da et al. 1995. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. (no prelo)
- SIMÃO, J. W. & COUTO, H. T. Z. 1973. Efeito da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze) cultivado em vaso. *IPEF*, Piracicaba, 4(7):3-40.
- TISDALE, S. L. et al. 1993. *Soil fertility and fertilizers*. New York, Macmillan. 634p.
- USHERWOOD, N. R. 1982. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. et al. *O potássio na agricultura brasileira*. Londrina, 1982. *Anais...* Piracicaba, Potafós. p. 227-247.
- VALE, F. R.; JACKSON, W. A. & VOLK, R. J. 1987. Potassium influx into maize root system: influence of root potassium concentration and ambient ammonium. *Plant Physiology*, Maryland, 84(3):1416-1420.
- _____. 1988. Simultaneous influx of ammonium and potassium into maize roots: kinetics and interactions. *Planta*, Berlin, 173(3):424-431.
- VALE, F. R. et al. 1995. Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. (no prelo)
- VETTORI, L. 1969. *Métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 24p. (Boletim Técnico, 7)

FENOLOGIA DE *Genipa americana* L. (RUBIACEAE) EM MATA CILIAR DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE MOJI-GUAÇU - SP*

Cybele de Souza Machado CRESTANA**

RESUMO

Estudos de espécies típicas de um ecossistema visando à conservação genética e realizados através da análise do processo de reprodução, devem, certamente, incluir observações de fenologia. Assim, buscou-se caracterizar o comportamento fenológico de *Genipa americana* L. pelo acompanhamento de dez indivíduos selecionados segundo a ordem de aparecimento na floresta. As fases observadas e o critério de quantificação incluíram: formação de botões, floração, presença de frutos verdes, de frutos maduros, queda de folhas, brotação e, para cada fenômeno, foram atribuídos valores percentuais, em observações realizadas semanalmente. O fenograma resultante associou os fenômenos observados a elementos do clima: temperatura e pluviosidade. O ciclo fenológico tem duração aproximada de doze meses, com duas fases bem definidas. Uma, de pouca atividade vegetal, que ocorre de fevereiro a julho, e outra que se caracteriza principalmente pela queda de folhas, início de brotação, formação de gemas florais, desenvolvimento de botões, abertura das flores e formação de frutos. Quanto às relações entre a espécie e o ambiente ciliar, os resultados evidenciaram, a partir da constatação de dioecia, influência da temperatura e umidade determinando a sazonalidade dos eventos, e sincronismo entre os períodos de florescimento de árvores masculinas e femininas, favorecendo a alogamia.

Palavras-chave: *Genipa americana* L. (Rubiaceae); mata ciliar; fenologia; sincronismo.

ABSTRACT

Typical species studies of an ecosystem aiming genetic preservation and obtained from analysis of breeding process should certainly include phenologic observations. In such case, the concern was on delineating phenological behaviour of *Genipa americana* L. by the attendance of 10 selected individuals following their appearance order in the forest. The observed phases and the quantification standard included: buds formation, flowering, flourishing and ripe fruits presence, leaves fall, flushing, and for each phenomenon percentage values were assigned, in weekly-accomplished remarks. The resulting phenogram related the observed phenomena to climate elements, such as temperature and humidity. The phenological cycle has an approximatedly twelve months lasting, with two well identifiable phases, one of them showing little vegetal activity, which occurs from February to July, and the other, which is mainly characterized by leaves fall, beginning of flushing, flower germs formation, development of buds, opening of flowers and fruits formation. Concerning to relations between the species and the bordering environment, results emphasized from dioecy evidence, temperature and humidity influence, determining the events seasonality and synchronism between flowering of male and female trees, supporting alogamy.

Key words: *Genipa americana* L. (Rubiaceae); riparian forest; phenology; synchronism.

1 INTRODUÇÃO

Pensando o processo de reprodução das angiospermas, percebe-se que sua análise pode ser empreendida sob diferentes planos e níveis de compreensão. Se essa análise tem ênfase na conservação genética e focaliza espécies típicas de um ecossistema natural, tais estudos não podem,

seguramente, dispensar a condição de serem realizados "in situ".

A consideração da natureza ecológica dessa pesquisa, impõe, desse modo, uma dimensão que busca alcançar o conhecimento de toda a dinâmica da reprodução relacionado com as características do ambiente abiótico, biótico, fisiológico e sucessional.

(*) Parte da Tese de Doutorado, apresentada em dezembro de 1993, ao Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro. Aceito para publicação em outubro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

O conhecimento das flutuações sazonais das plantas tem sido considerado essencial para o estudo de ecologia e evolução nos trópicos, e para a compreensão da complexa dinâmica dos ecossistemas florestais (FOURNIER, 1976).

Assim, estudos sobre o modo de reprodução, que se iniciam pelo conhecimento da Biologia Floral (envolvendo a polinização e possível fertilização), encaminham-se, na seqüência, ao conhecimento da fenologia, que associa a espécie aos fenômenos do seu ciclo de vida, relacionando-os com o clima.

O presente trabalho aborda a análise fenológica de *G. americana* como um passo necessário na seqüência do entendimento da reprodução como um sistema.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Diferentes objetivos vêm direcionando as pesquisas que conferem tratamento ecológico ao conhecimento de *G. americana*.

MAZZONI-VIVEIROS & LUCCHI (1989) realizaram estudos anatômicos do lenho, visando ampliar os dados relativos à presença de possíveis mecanismos de sobrevivência às condições de anoxia enfrentadas pela espécie em períodos de inundação.

KAGEYAMA *et al.* (1989) examinaram a questão do fluxo gênico associado à distribuição da espécie, definindo populações.

BELASQUE *et al.* (1991) estabeleceram parâmetros para localização da espécie nos diferentes estádios da sucessão secundária.

Buscando a padronização de métodos, SANTANNA *et al.* (1991a; 1991b) realizaram experimentos na tentativa de definir o tipo de substrato e a temperatura mais adequados à germinação, e de avaliar os efeitos do dessecamento, bem como a influência de baixas temperaturas na viabilidade de sementes de *G. americana*.

Pesquisando a fenologia do fruto de *G. americana*, CRESTANA *et al.* (1992), considerando a especificidade do ecossistema ciliar, examinaram a flutuabilidade, com vistas à interpretação dos processos de dispersão e estabelecimento da espécie.

CARVALHO *et al.* (1995) estudaram a sensibilidade de sementes de "jenipapo" em relação ao dessecamento e ao congelamento.

Ainda com o objetivo de padronizar metodologias, SOUZA *et al.* (1995) pesquisaram a germinação e o desenvolvimento pós-seminal da espécie.

Genipa americana, juntamente com *Genipa caruto* é referida em outro grupo de trabalhos considerados fundamentais. Trata-se de publicações estrangeiras de autores que estabeleceram as bases teóricas na área de Biologia da Reprodução. Tais trabalhos destacam-se pela abrangência das relações que oferecem à compreensão do peculiar sistema biológico apresentado pelas regiões tropicais.

Nessa linha, FRANKIE *et al.* (1974) realizaram estudos fenológicos na Costa Rica, comparando árvores em florestas tropicais secas e úmidas. Caracterizando o comportamento de floração das espécies da floresta úmida e considerando, separadamente, árvores do estrato superior e inferior, distinguiram o hábito de florescimento sazonal e o continuado. Dentre as espécies de florescimento continuado e pertencentes ao estrato superior, uma proporção de 16:31, incluindo *G. caruto*, floresceu em dois e, ocasionalmente, em três picos separados, não relacionados à estação. Esse comportamento mostrou variação de um ano para outro, mudando a época de florescimento, tendo a espécie florescido em junho de 1969 e duas vezes em 1970, uma no final de maio/ início de junho e, outra, no final de julho. Para os autores, da comparação entre o período de florescimento e frutificação emergiu um interessante padrão de frutificação de estação seca, com 75/107 espécies amadurecendo seus frutos nesta estação. Diferenciaram-se comportamentos de frutificação de árvores que amadurecem na estação imediatamente seguinte e outras, que necessitam de oito a dez meses após o florescimento para maturar os frutos. *G. caruto*, encontrada tanto na floresta úmida como na seca, exibiu diferentes comportamentos nos dois ambientes, no que diz respeito à queda de folhas, periodicidade de floração e padrão de frutificação. Na floresta úmida, *G. caruto* não apresentou queda de folhas, mantendo-se sempre verde durante o ano, com maior fluxo de folhas em abril; na floresta seca observou-se que a espécie tem queda de folhas de janeiro até abril, seguida por um fluxo de folhas novas em maio-junho, diferindo, também, na periodicidade de florescimento entre os dois ambientes. Quanto ao padrão de frutificação,

na floresta úmida *G. caruto* amadureceu em agosto e, na seca, isso aconteceu em abril e maio.

Na mesma linha BAWA & OPLER (1975) realizaram estudo em árvores da floresta tropical, comparando-o com outros realizados em florestas de clima temperado, a fim de esclarecer o seu significado adaptativo. Coletando dados em uma floresta semidecídua na Costa Rica, realizaram o levantamento intensivo das espécies, com os objetivos de estabelecer a importância do dioicismo em florestas tropicais e obter informação sobre vários aspectos da biologia floral e fenologia de polinização que caracterizam a estratégia reprodutiva geral de árvores dioicas naquele ambiente. Nessa pesquisa destacou-se o comportamento de plantas dioicas em contraste com o padrão fenológico das espécies monóicas. O padrão das primeiras é sazonal, apresentando 3 picos de florescimento, com pequeno número de árvores florescendo no primeiro pico da estação seca e, a maioria, na interface das estações seca e úmida. Tal sazonalidade, que coincide com a emergência de grande número de insetos pequenos, reforça a hipótese de zoofilia.

CHAPMAN & CHAPMAN (1990) durante estudo de quatro anos realizado na Costa Rica, examinaram a densidade, o DAP, as taxas de crescimento e a fenologia como indicadores de produção de alimentos de 29 espécies arbóreas de floresta seca, importantes na dieta de primatas. Três tipos de habitat foram documentados: floresta pioneira semi-semperverde, floresta semidecídua de sucessão inicial e floresta semidecídua de sucessão tardia, comparando-se a produção de alimentos nos três tipos de floresta e o modo como os recursos disponíveis podem ser explorados pelos animais que vivem desses habitats. Com relação à fenologia, a floresta pioneira mostrou um nível mais constante de abundância, enquanto os dois tipos de floresta sucessional têm produção sazonal e variável. Nessa pesquisa *G. americana* foi relacionada apenas entre as espécies da floresta típica semidecídua de sucessão tardia, não sendo possível, no trabalho original, comparar o papel da espécie nos três tipos de florestas.

Mais recentemente, CRESTANA (1996) concluiu estudos em que apresenta pormenores do processo de reprodução de *G. americana* em

ambiente ciliar e verificou a existência de dioicia, de polinização exercida pelas mamangavas *Bombus morio* e *Epicharis rustica flava* e de um sistema de reprodução que combina alogamia e apomixia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para caracterização do padrão fenológico de *G. americana* foram feitas observações locais no período compreendido de janeiro a dezembro de 1990. A coleta de dados foi realizada próximo às copas e, às vezes, completada com o auxílio de binóculo.

3.1 Caracterização do Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na Estação Ecológica de Moji-Guaçu (área de 980,71 ha), município de Moji-Guaçu, estado de São Paulo. A Estação Ecológica faz parte da Fazenda Campininha situada a 22° 18' S e 47° 13' W, em altitude aproximada de 600 m (GIBBS & LEITÃO FILHO, 1978).

Os estudos foram centrados em local denominado "Mata da Figueira", que compõe a Estação Ecológica, ali ocupando cerca de 7,20 ha. Trata-se de área de mata ciliar remanescente da Bacia Hidrográfica Mojiana, na qual o rio Moji-Guaçu percorre aproximadamente 660 m.

O clima da região, segundo classificação de KOEPPEN (1948), é do tipo Cwa, com variação de temperatura média mensal de 14,30°C a 24,65°C. A estação seca se prolonga de maio a agosto, sendo que 86,18% da precipitação (1314 mm anuais) estão concentrados nos meses chuvosos (setembro a março).

A vegetação local, predominantemente cerrado, apresenta uma porção de mata ciliar cobrindo a parte mais baixa do terreno, ao longo do rio (DE VUONO *et al.*, 1982; LEITÃO FILHO & MANTOVANI, 1982). Nesta área *G. americana* tem ocorrência natural.

3.2 Amostragem

A amostra recaiu sobre 10 indivíduos adultos, selecionados segundo a ordem natural de aparecimento na floresta, dos quais mediram-se os

respectivos diâmetros à altura do peito (DAP) e alturas (FOURNIER & CHARPANTIER, 1975).

As fenofases observadas, assim como o critério adotado na sua quantificação, seguiram FOURNIER (1974): formação de botões; floração; frutos verdes; frutos maduros; queda de folhas; brotação. Para cada um dos fenômenos estudados foram atribuídos valores de 0 a 4, conforme se tenha verificado o fenômeno numa amplitude de 0 a 100%. A frequência das observações foi quinzenal e o período de estudos incluiu todas as fases.

3.3 Fenograma

O gráfico fenológico (FOURNIER, 1976) foi composto, no eixo vertical, de elementos de clima (médias mensais de pluviosidade e temperatura) e de todas as fenofases, em escalas percentuais e, no eixo horizontal, do período do estudo, em meses.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fenologia

Na amostra da população de *G. americana* em que foram acompanhadas as variações do comportamento fenológico, 4 indivíduos eram árvores com flores pistiladas e 6, árvores com flores estaminadas. Nas primeiras, os DAP variaram de 26 a 50 cm e as alturas, de 12 a 18 m, ao passo que, nas últimas, essas variações foram de 25 a 58 cm e de 13,5 a 21 m, respectivamente.

As FIGURAS 1 e 2 representam graficamente os resultados das observações dos seis parâmetros fenológicos e os dados mensais de temperatura e pluviosidade, tomados de janeiro a dezembro de 1990. As FIGURAS permitem verificar o desenvolvimento de cada parâmetro fenológico e a sequência dos fenômenos nas plantas masculinas e femininas, a comparação entre os dois tipos de árvores e a relação dos fenômenos com o ambiente.

Os resultados são apresentados em termos quantitativos e gerais, isto é, a frequência em que os fenômenos se manifestaram em cada

tipo de árvore; completam-nos descrições de aspectos particulares da manifestação de cada parâmetro.

4.1.1 Queda de folhas e brotação

As FIGURAS 1 e 2 evidenciam a diferenciação, ao longo do ano, de dois tipos de comportamento quanto à queda de folhas e brotação. Um período de seis meses aproximadamente, com início em fevereiro, no qual ambos os fenômenos ocorrem, concomitantemente e em baixa frequência, caracterizando uma fase uniforme e constante de renovação que abrange cerca de 1/4 do tamanho da copa nas árvores femininas, e um pouco menos nas masculinas. Outro período mais rápido e de mudanças mais drásticas, segue-se a partir dos meados de julho e, num intervalo de 2 meses, acelera-se a queda das folhas que amarelecem e se desprendem dos ramos, e as árvores, tanto masculinas como femininas, perdem a totalidade de suas folhas. Com defasagem de um mês, aproximadamente, inicia-se, em agosto, a brotação, também em ritmo acelerado e, dentro de mais dois meses, as árvores têm as copas completamente renovadas.

A fase de desenvolvimento das folhas é curta. Em um mês elas passam de brotos a folhas completamente desenvolvidas. Embora a queda e a brotação atinjam a totalidade das copas, não há um momento em que a árvore esteja completamente desprovida de folhas, isso em consequência da superposição dos dois fenômenos em cada árvore, o que define um comportamento semidecíduo para a espécie.

Há ainda a assinalar a coincidência entre a queda de folhas e a elevação da temperatura no período anual de pluviosidade mínima.

A brotação coincide com a elevação da temperatura e o início das chuvas de primavera; os tufo de folhas novas contrastam com a cor cinza dos galhos e dos frutos em desenvolvimento.

O aparecimento dos primórdios florais é coincidente com o início da brotação foliar. As gemas florais já devem estar formadas, uma vez que logo após o completo desenvolvimento das folhas pode-se visualizar o seu surgimento.

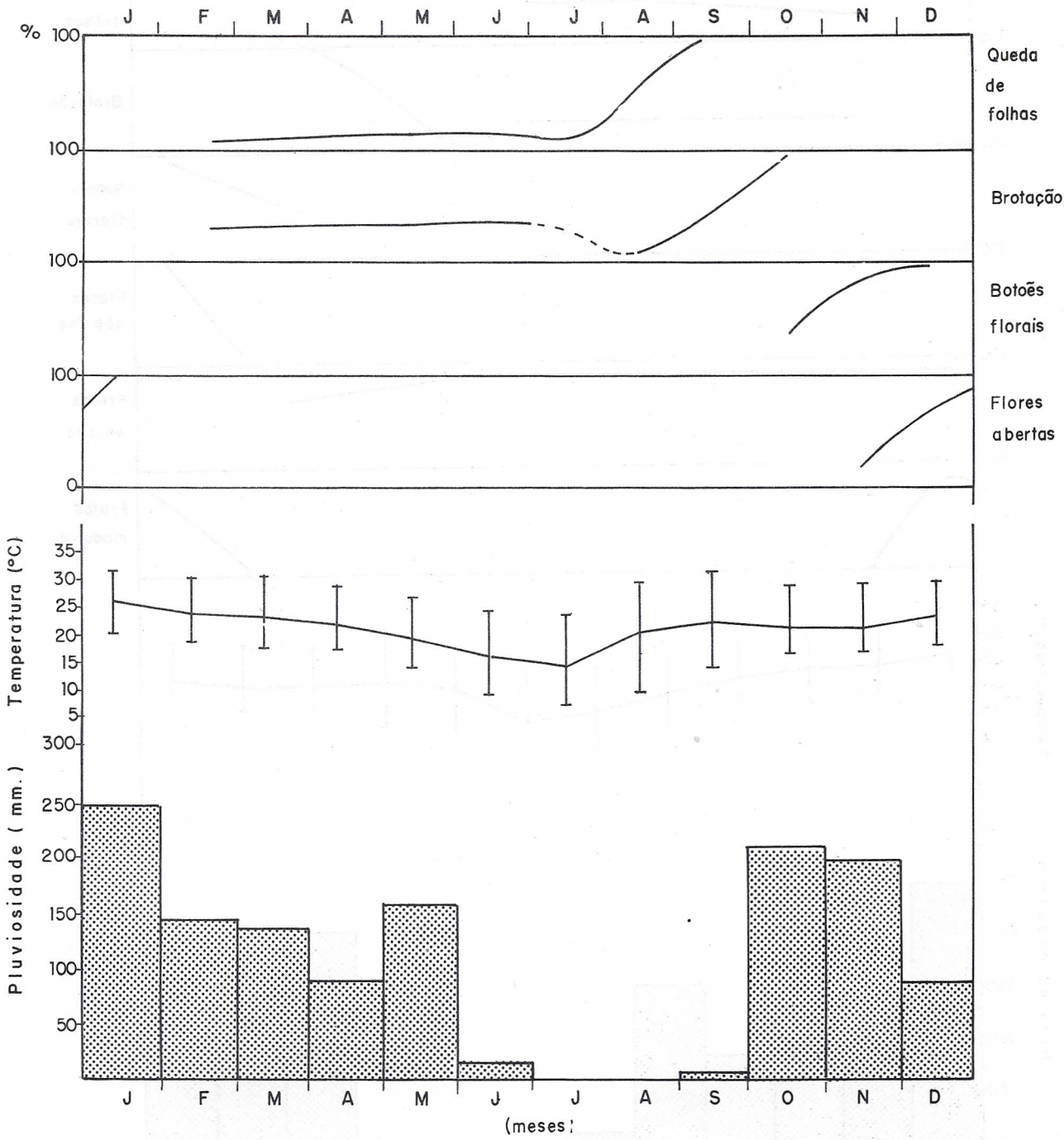


FIGURA 1 - Valores mensais de pluviosidade (mm), temperatura (°C) e informações sobre a fenologia de *G. americana* (floração, brotação e queda de folhas), em percentagem de ocorrência de cada fenômeno, para árvores masculinas, de janeiro a dezembro de 1990, na Estação Ecológica de Moji-Guaçu, SP.

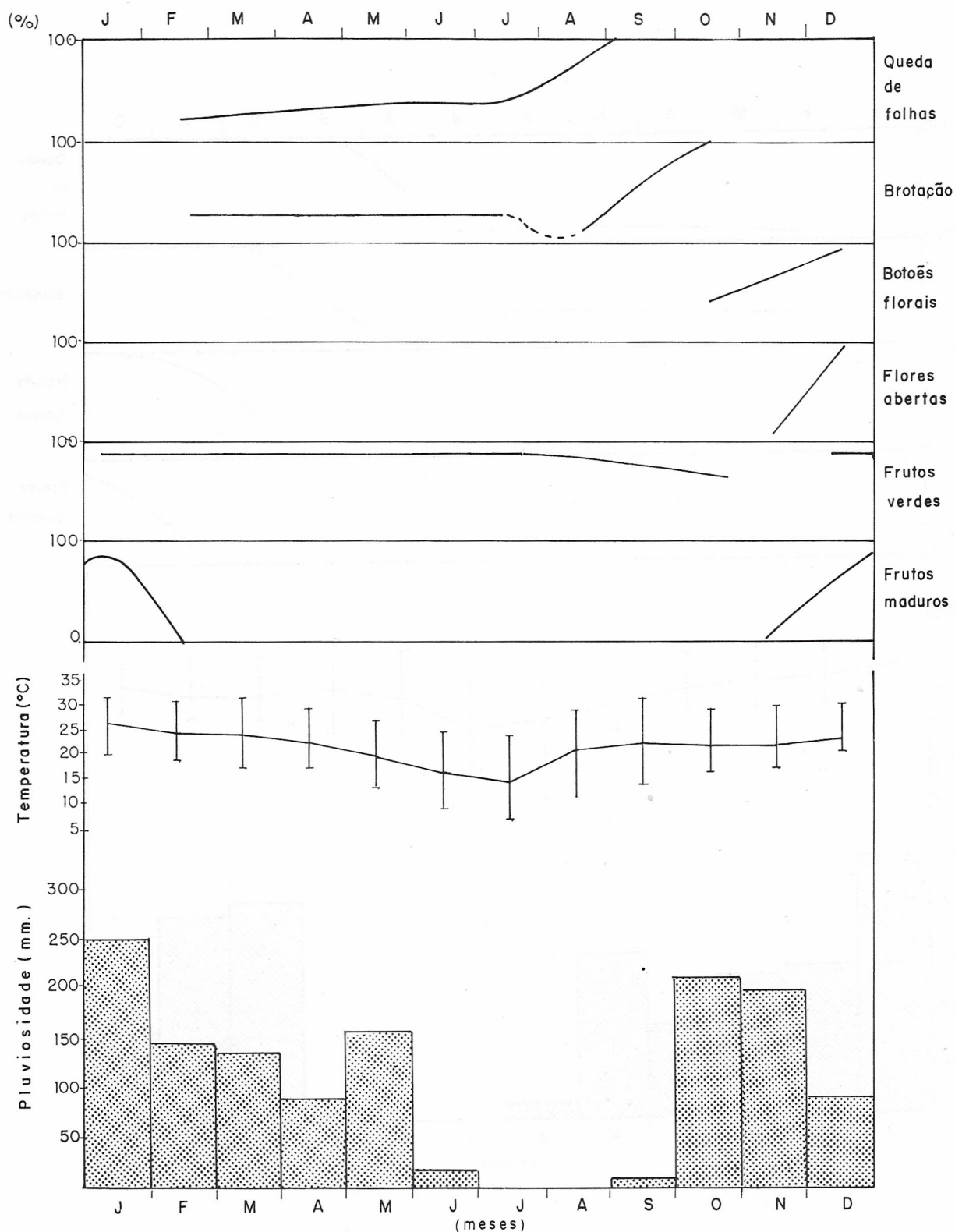


FIGURA 2 - Valores mensais de pluviosidade (mm), temperatura (°C) e informações sobre a fenologia de *G. americana* (frutificação, floração, brotação e queda de folhas) em percentagem de ocorrência de cada fenômeno, para árvores femininas, de janeiro a dezembro de 1990, na Estação Ecológica de Moji-Guaçu, SP.

4.1.2 Botões florais e flores abertas

Nos dicásios bem desenvolvidos, representados pelas flores estaminadas, primeiramente abre-se o botão da base e, em sequência ascendente, os botões centrais das cúmulas medianas e seus adjacentes, finalizando com a abertura dos botões centrais das cúmulas superiores e de seus pares. Em cada árvore, a maioria dos ramos floresce e, uma vez iniciado o florescimento, este é contínuo e crescente no indivíduo e nos ramos, cada ramo apresentando um pequeno aglomerado de flores de todas as idades, o que se repete para árvore, assim transformada numa enorme reunião de aglomerados florais bem visíveis que se distribuem uniformemente por toda a copa (FIGURA 3).

Botões florais podem ser observados a partir de meados de outubro. Nesse período atingem 1/4 da carga total, aumentando rapidamente no mês de novembro e apresentando-se completa no início de dezembro. Em meados de novembro já existe pequena quantidade de flores abertas. A florada atinge seu máximo em meados de janeiro. A abertura de novas flores se superpõe à queda das flores maduras, senescentes e decíduas a partir do quinto ou sexto dia de abertas.

Em árvores com flores pistiladas todos os ramos apresentam botões florais. O florescimento é contínuo e crescente, havendo, num determinado momento, botões florais nas diversas fases de desenvolvimento e flores abertas. As flores pistiladas são solitárias, e ocorrem em quantidade muito menor que as estaminadas. São menos evidentes e a maioria delas é circundada por uma roseta de folhas (FIGURA 4).

Em meados de outubro os botões florais apresentam-se em 1/4 de seu volume e essa carga vai aumentando, progressivamente, até atingir sua totalidade, no meio de dezembro. As flores começam a se abrir em meados de novembro e dentro de um mês a florada se completa.

As FIGURAS 1 e 2 evidenciam, quanto ao desenvolvimento dos botões florais masculinos e femininos, que não há diferença na duração, mas no desenrolar do processo, que é mais acelerado nas árvores masculinas. Quanto à abertura das flores, há diferenças na duração e no ritmo do processo, que é mais acelerado e mais curto nas femininas.

Como estas, depois de abertas, permanecem presas aos ramos, evidencia-se superposição de um mês entre a florada masculina e a feminina.

O exame dos dados de temperatura e umidade revela relação entre fenômenos de florescimento e os meses de alta temperatura e pluviosidade.

4.1.3 Frutos verdes e frutos maduros

O intervalo compreendido entre a antese da flor e o aparecimento do fruto é rápido, com notável desenvolvimento do ovário, cujo diâmetro chegou a aumentar em até 1 cm nesse período (FIGURA 5A). Todas as flores pistiladas formaram frutos, sendo a proporção entre o número de flores e o número de frutos de 1:1, na amostra observada. Nota-se que a carga total de frutos produzida na temporada está presente uma semana após a polinização, ocorrendo pequena perda, por onze meses, até quase no final de outubro. Nesse período frutos verdes são colhidos e descartados por macacos, ou ainda derrubados pelas chuvas e pelo vento. Os restantes iniciam em novembro o amadurecimento, o que se pode notar por ligeira mudança na cor, de cinza-parda para amarelado-esbranquiçada. O processo de amadurecimento leva dois meses, completando-se no meio de janeiro (FIGURA 5B). Dentro de um mês a partir de então, os frutos maduros caem, permanecendo nas árvores os frutinhas verdes da nova safra.

Sobre as relações gerais entre os eventos fenológicos das árvores entre si e destas com o ambiente, pode-se afirmar que o traço mais forte é o da diferença entre dois tipos distintos de comportamento. Um primeiro período em que ocorre pequena atividade, durante os seis meses que vão de fevereiro a julho - fim de verão, outono e inverno. A partir de julho, há o desencadeamento de uma sequência de eventos, que começa com a queda das folhas e continua com a brotação, a formação de gemas florais, o desenvolvimento dos botões, a abertura das flores, a formação dos frutos e a dispersão das sementes. Há sincronismo de comportamento entre as árvores masculinas e femininas, possibilitando a polinização cruzada, e sazonalidade, caracterizando os eventos relacionados com folhas, flores e frutos como ocorrências de primavera-verão.



FIGURA 3 - Inflorescência masculina de *G. americana* em fase de abertura das flores.

FIGURA 4 - Inflorescência feminina de *G. americana* em fase de abertura das flores.

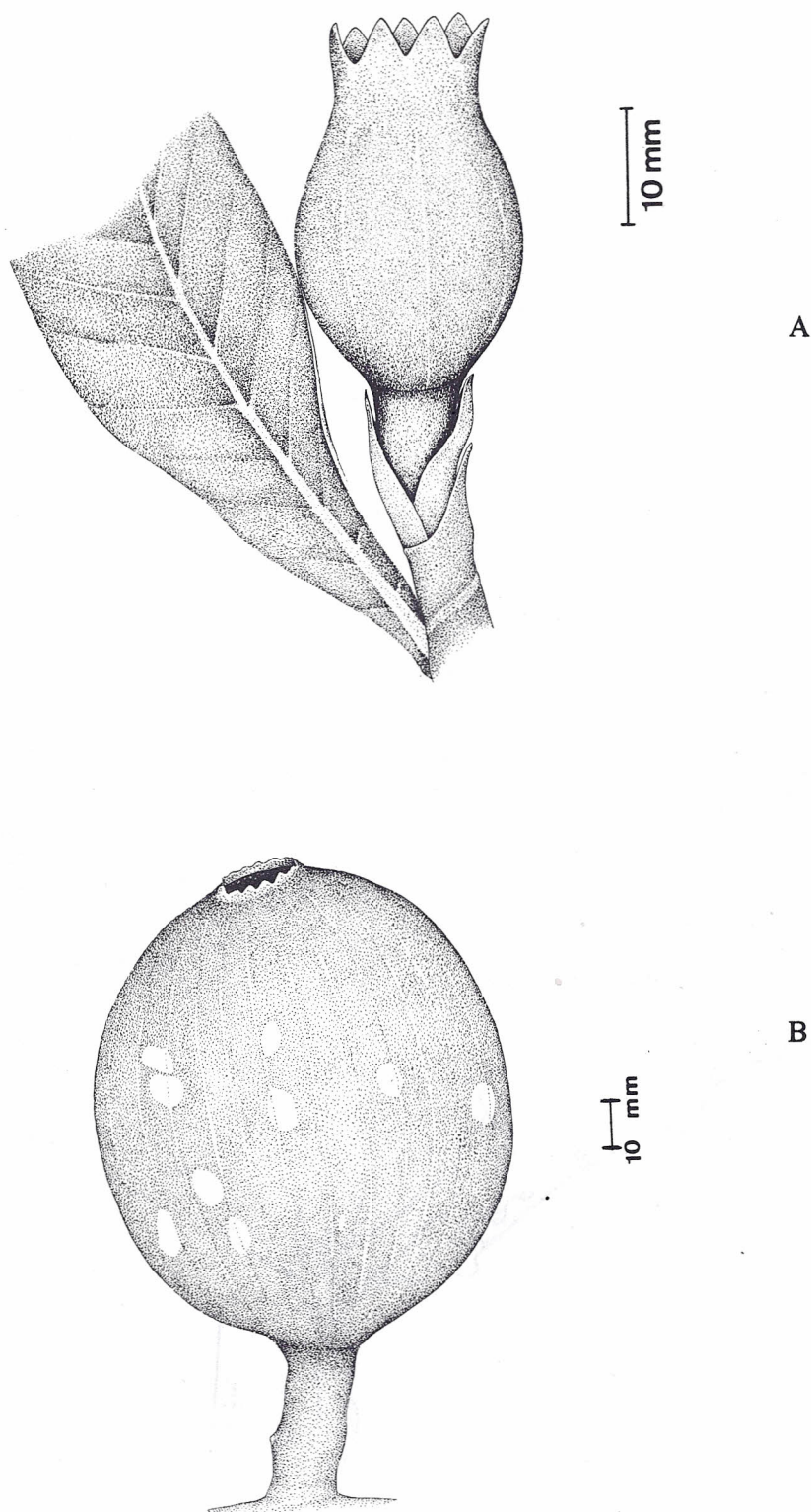


FIGURA 5 - Frutificação de *G. americana*.

A - Frutos verdes logo após a fertilização

B - Fruto maduro

BAWA & BEACH (1983) correlacionaram modos de polinização e os sistemas reprodutivos com a fenologia, analisando padrões de florescimento de plantas tropicais em termos de horário, duração e frequência. Nas espécie dióicas as árvores masculinas apresentam antecipação do horário de antese, maior duração do período de floração e, em alguns casos, maior frequência de florescimento, em comparação com as femininas. Esses fenômenos, combinados ao sincronismo ou assincronismo floral, são vistos como mecanismos para otimizar a eficiência da polinização.

Em concordância com esses resultados, a fenologia de florescimento de *G. americana* evidenciou o comportamento de espécie dióica, com o sincronismo dos fenômenos reforçado pela maior duração da florada nas árvores masculinas, assim como a antecipação no seu horário de antese. A observação do comportamento do polinizador confirmou a função estratégica do comportamento fenológico, tendo sido observado que *Bombus morio* e *Epicharis rustica flava* efetivamente visitam primeiro as árvores masculinas. A eficiência da polinização se reflete na alta taxa de frutificação, indicando que praticamente 100% das flores sob observação produziram frutos.

Outro aspecto da fenologia de florescimento considerado por BAWA & BEACH (op. cit.) é o da competição pelo polinizador e pela polinização, que ocorre entre árvores masculinas. Segundo estes, em comunidades onde o número de indivíduos masculinos excede o de femininos, tal competição pode ser evidenciada pela antecipação das flores de árvores masculinas na oferta de recursos. Em *G. americana* foi evidenciada a predominância de árvores masculinas na comunidade, confirmando as constatações dos referidos pesquisadores.

BAWA & OPLER (1975) diferenciaram os padrões fenológicos de espécies dióicas e hermafroditas, apontando o avanço evolutivo do padrão fenológico das espécies dióicas. Como características fenológicas dessas espécies apontaram: a sazonalidade ligada à exploração vantajosa do habitat; a economia de custos energéticos e a eficiência de polinização e o grande número de frutos e sementes produzidos. De acordo com a caracterização de BAWA & OPLER (op. cit.), pôde-se evidenciar em *G. americana* o comportamento típico de espécie dióica: sazonalidade de primavera-verão, coincidindo o pico da floração com a presença de

polinizadores; e a frutificação, com grande produção de frutos e sementes, coincidindo com a época chuvosa favorável à dispersão.

Os dados de foliação, florescimento e frutificação de *G. americana*, registrados por FRANKIE *et al.* (1974) em florestas seca e úmida da Costa Rica mostraram que na floresta úmida a espécie é sazonal, com folhas sempre verdes e frutos amadurecendo nos meses que se seguem à floração. Por outro lado, na floresta seca *G. americana* é sazonal, porém com queda de folhas mais acentuada durante os três meses mais secos, fluxo de folhas na estação chuvosa e amadurecimento dos frutos somente dez meses após a floração. Os resultados de *G. americana* no ambiente ciliar estudado diferem dos dados de floresta úmida e assemelham-se mais às características de *G. caruto* em floresta tropical seca.

O amadurecimento dos frutos, na Costa Rica, ocorre na estação seca, nos dois ambientes estudados. Na mata ciliar em estudo esse evento ocorreu na estação chuvosa.

G. americana mostrou-se distinta de *G. caruto*, que teve duas ou três florações no ano não relacionadas à estação, tanto no ambiente de floresta seca como de floresta úmida (FRANKIE *et al.*, 1974).

Os estudos sobre fenologia realizados por CHAPMAN & CHAPMAN (1990), que incluem *G. americana*, apontaram sazonalidade como característica de espécies típicas de floresta semidecídua de sucessão secundária.

Finalizando, retomam-se os estudos realizados por CRESTANA (1996) com *G. americana* em ambiente ciliar em que, a constatação de existência de dioécia e a verificação de um sistema reprodutivo que exerce alogamia de, no mínimo 50%, tornam obrigatório o sincronismo entre os períodos de florescimento de árvores masculinas e femininas, conforme se constatou na presente pesquisa.

5 CONCLUSÕES

Das observações realizadas para caracterização do padrão fenológico de *G. americana* pôde-se concluir que a queda das folhas e a brotação ocorrem concomitantemente, e em baixa frequência, num período de aproximadamente 6 meses, a partir de fevereiro.

A partir de julho ocorrem mudanças drásticas, com perda total das folhas, seguida de renovação completa e acelerada da copa, coincidindo com a elevação da temperatura e o início das chuvas. Os primeiros botões florais aparecem em meados de outubro e a floração se completa mais rapidamente nas árvores femininas. O pico da floração das plantas femininas ocorre em dezembro, e em janeiro nas plantas masculinas. Praticamente todas as flores pistiladas dão origem a frutos. O desenvolvimento do fruto leva cerca de 10 meses para a sua formação e mais 2 meses para o amadurecimento. Em vista disso, ocorre sobreposição de frutos de duas safras, nas árvores.

No tocante às relações entre a fenologia e às relações de *G. americana* e o ambiente biótico e abiótico da mata ciliar, a partir da dioicéia da espécie os resultados evidenciaram:

- Influência da temperatura e umidade, determinando a sazonalidade dos eventos fenológicos.
- Sincronismo entre os períodos de florescimento das árvores masculinas e femininas, favorecendo a alogamia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAWA, K. S. & OPLER, P. A. 1975. Dioecism in tropical forest trees. *Evolution*, San Francisco, 29:167-179.
- BAWA, K. S. & BEACH, J. H. 1983. Self-incompatibility systems in the Rubiaceae of a tropical lowland wet forest. *Am. J. Bot.*, Oklahoma, 70(9):1281-1288.
- BELASQUE, E. F. *et al.* 1991. Caracterização de espécies de mata ciliar nos estágios sucessionais, visando subsidiar modelos na recomposição vegetal. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, 42, Goiânia-GO, jan. 20-26, 1991. *Resumos...* Goiânia, Centro Editorial e Gráfico da Universidade Federal de Goiás, Campus "Samambaia". p. 154.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. & LEÃO, N. V. M. 1995. Sensibilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) ao dessecação e ao congelamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9 / SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SEMENTES FLORESTAIS, 3, Florianópolis-SC, ago. 23-27. *Informativo ABRATES*, Londrina, 5(2):170.
- CHAPMAN, C. A. & CHAPMAN, L. J. 1990. Density and growth rate of some tropical dry forest trees: comparison between successional forest types. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, Lancaster, 117(3):226-231.
- CRESTANA, C. de S. M. *et al.* 1992. Fenologia do fruto de *Genipa americana* L. em mata ciliar do Rio Moji-Guaçu, SP. *IPEF*, Piracicaba, (45):31-34.
- CRESTANA, C. de S. M. 1996. Ecologia da polinização de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) na Estação Ecológica de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 7(2):169-195.
- DE VUONO, Y. S.; BARBOSA, L. M. & BATISTA, E. A. 1982. A Reserva Biológica de Mogi Guaçu. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão-SP, set. 12-18, 1982. *Anais... Silvíc. São Paulo*, São Paulo, 16A:548-558. Pt. 1. (Edição Especial)
- FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. *Turrialba*, Turrialba, 24(4):422-423.
- _____. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba*, Turrialba, 26(1):54-59.
- FOURNIER, L. A. & CHARPANTIER, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba*, Turrialba, 25(1):545-588.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. & OPLER, P. A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowland of Costa Rica. *Journal of Ecology*, London, 62(3):881-919.
- GIBBS, P. E. & LEITÃO FILHO, H. de F. 1978. Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi-Guaçu, State of São Paulo, SE Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 1(2):151-156.
- KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. & CARPANEZZI, A. A. 1989. Implantação de matas ciliares: estratégias para subsidiar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, São Paulo, abr. 11-15, 1989. *Anais... Campinas, Fundação Cargill*. p. 130-143.

- KOEPPEN, W. 1948. *Climatologia*. México, Editora Fondo de Cultura Económica. 207p.
- LEITÃO FILHO, H. de F. & MANTOVANI, W. 1982. Estudo fitossociológico na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 33, Macció-AL, jan. 24-30, 1982. *Resumos...*Macció, Sociedade Nacional de Botânica. p.63.
- MAZZONI-VIVEIROS, S. C. & LUCCHI, A. E. 1989. Adaptações anatômicas. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, São Paulo, abr. 11-15, 1989. *Anais...* Campinas, Fundação Cargill. p. 71-87.
- SANTANNA, C. A. F.; PEREIRA, T. S. & ANDRADE, A. C. S. 1991a. Influência de diferentes temperaturas e tipos de substratos na germinação de sementes de *Genipa americana* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7, Campo Grande-MT, set., 16-20. *Informativo ABRATES*, Brasília, 1(4):118.
- SANTANNA, C. A. F.; CUNHA, R. & ANDRADE, A. C. S. 1991b. Procedimentos para identificação do comportamento de sementes de *Genipa americana* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7, Campo Grande-MT, set., 16-20. *Informativo ABRATES*, Brasília, 1(4):141.
- SOUZA, A. F. *et al.* 1995. Germinação e desenvolvimento pós-seminal de *Genipa americana* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, Florianópolis-SC, ago. 23-27. *Informativo ABRATES*, Londrina, 5(2):282.

TERMOSENSIBILIDADE DE PROPÁGULOS DE FUNGOS ECTOMICORRÍZICOS EM *Pinus luchuensis* Mayr*

Nilse Kasue Shimura YOKOMIZO**
Gaku MASUHARA‡

RESUMO

Solos de plantios florestais, previamente tratados através de aquecimento por uma hora à 50°, 65°, 80° e 95°C, foram utilizados no crescimento de mudas de *Pinus luchuensis* Mayr. Acondicionadas em frascos de vidro e em potes de policarbonato, as mudas foram respectivamente incubadas em casa de vegetação e em câmara de crescimento por três meses. Solo natural sem aquecimento foi utilizado como controle. Cinco tipos de micorrizas foram observados e suas principais características descritas. Em solo tratado a 80°C, alguns propágulos de ectomicorrizas sobreviveram e mostraram tipo específico de micorriza. No controle e em solo tratado a 50°C, quatro tipos micorrízicos foram observados, mas mostraram-se distintos quanto à sensibilidade ao aquecimento a temperaturas acima de 50°C e também ao déficit de água no substrato. Um dos tipos micorrízicos foi identificado como *Cenococcum geophilum* e os outros quatro tipos são formados por micobiontes ainda não identificados. Os resultados demonstram que os propágulos de fungos micorrízicos perdem sua viabilidade em solos tratados à temperatura entre 80° e 95°C.

Palavras-chave: *Cenococcum geophilum*; ecologia do solo; ectomicorriza; *Pinus luchuensis*; termosensibilidade.

ABSTRACT

Three months old *Pinus luchuensis* Mayr. (Ryukyu pine) seedlings were grown in soil from established forest plantation, previously heat treated for 1h in water bath at 50°, 65°, 80° and 95°C. They were containerized in glass bottles and polycarbonate pots and grown in incubator and glass house conditions respectively. Natural soil without heat treatment was used as control. Five distinct ectomycorrhizal types were observed and their main characteristics were described. In soil treated at 80°C some ectomycorrhizal propagules survived and showed a specific mycorrhiza type. In control and soil treated at 50°C, four mycorrhizal types were observed but they showed distinctive sensitivity to heat treatments over 50°C and moisture content. One of the mycorrhizal types was identified as *Cenococcum geophilum* and the other four were unknown mycobionts. The results demonstrated that in the soil treated at temperature range of 80° to 95°C, the ectomycorrhizal fungi propagules lose their viability.

Key words: *Cenococcum geophilum*; ectomycorrhiza; *Pinus luchuensis*; soil ecology; thermosensitivity.

1 INTRODUÇÃO

A dependência das coníferas por fungos micorrízicos é conhecida, desde o início deste século, quando tentativas de introdução de coníferas exóticas em diversas partes do mundo falhavam, até que fungos micorrízicos fossem inoculados. Esta dependência é devida a características da associação micorrízica que entre outros fatores estimulam o crescimento, o vigor e a sobrevivência

das espécies hospedeiras (MIKOLA 1973, ALLEN & ALLEN 1992, TRAPPE & LUOMA 1992).

Estas características têm despertado o interesse do setor florestal, por programas de inoculação micorrízica, porém são poucas as informações disponíveis que possam fornecer instruções sobre fungos específicos e as diferentes condições de inoculação que envolvem fatores tais como especificidade do hospedeiro, tratamentos culturais, tipo de solo e clima.

(*) Trabalho realizado na vigência do International Collaborative Research Programme, período 93/94, da Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Ishigaki, Okinawa, Japan, parcialmente apresentado no XIII Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, realizado em Águas de Lindóia, SP, no período de 04 a 08 de agosto de 1996. Aceito para publicação em outubro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(‡) In memoriam. Japan International Research for Agricultural Sciences, Ishigaki, Okinawa, Japan.

Além desse desconhecimento, muitos fatores associados tem dificultado o estudo da associação micorrízica. Uma delas é a necessidade de desenvolver estudos em condições artificiais, muitas vezes assépticas, onde a planta hospedeira e o fungo se desenvolvem sem a interferência dos demais componentes ambientais, fundamentais no estabelecimento da associação micorrízica.

Especificamente com respeito a estudos de compatibilidade entre fungo micorrízico e hospedeiros, tem-se utilizado métodos em condições controladas, cujos resultados são discutíveis se houver necessidade de empregá-los em condições naturais (PETERSON & CHAKRAVARTY 1991).

A técnica preconizada como ideal por REID & HACKSKAYLO (1982) é aquela que permite uma compreensão da estrutura e funcionamento da micorriza em ecossistemas naturais, utilizando-se de métodos que se aproximem ao máximo das condições naturais.

Como forma de minimizar a artificialidade do ambiente para ensaios micorrízicos, este trabalho pretendeu determinar a temperatura máxima na qual sobrevivem os propágulos dos fungos ectomicorrízicos. Esses resultados serão utilizados em ensaios com inoculantes micorrízicos, onde deseja-se evitar a utilização de mecanismos impactantes, como a esterilização total do solo, que resulta na eliminação radical da população do solo incluindo-se os fungos micorrízicos.

Baseado nessas considerações, o presente trabalho pretendeu obter informações sobre a flora ectomicorrízica associada ao sistema radicular de *Pinus luchuensis* e sua tolerância ao aquecimento do solo à temperatura de 50°, 65°, 80° e 95°C.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado neste experimento foi coletado do horizonte F de uma floresta de *Pinus luchuensis* Mayr. (Ryukyu pine) localizado em Tamatorizaki (24°20'N latitude e 124°9'N longitude), na ilha de Ishigaki, Japão.

Duzentos e cinquenta mililitros deste solo, peneirado em malha 1,0 cm, foram acondicionados em frascos de vidro de 700 ml, com tampas de plástico e em frascos transparentes de policarbonato, de 8,0 cm de diâmetro por 7,0 cm de

altura. Em ambos os frascos, o solo foi umedecido a 10% (V/V) com água destilada e imersos em banho maria para aquecimento à temperatura de 50°, 65°, 80° e 95°C por 60 minutos. Solos não aquecidos, foram utilizados como controle. O pH do solo após o tratamento variou de 6,03 a 6,47 em água destilada e de 4,89 a 4,95 em CaCl₂ a 0,1M. Quatro repetições foram realizadas por tratamento.

Plântulas de *P. luchuensis* foram obtidas em condições assépticas, agitando-se as sementes em peróxido de hidrogênio a 30% por 60 minutos. Após enxaguar em água destilada esterilizada, as sementes foram transferidas em meio agarizado de ROVIRA (1959) e incubadas a 25°C até obtenção das plântulas. Após transferir 3 plântulas em cada recipiente, os frascos de vidro foram incubados em casa de vegetação a 25°C e os frascos de policarbonato, em câmara de crescimento (Eylatron FLI-301N) programada para 16 horas, sob luminosidade de luz fluorescente a 23°C e 8 horas sem luz, a 20°C. Durante a incubação, os frascos foram umedecidos com água destilada esterilizada (10 ml, 4%V/V) a cada trinta dias.

A avaliação foi realizada após 90-100 dias de incubação, considerando as seguintes características: a) estimativa visual da ocorrência de micorrizas (GRAND & HARVEY, 1982), b) tipos de micorrizas associadas ao sistema radicular de *P. luchuensis* (AGERER, 1987-1993 e INGLEBY *et al.* 1990) e c) comprimento total da raiz (TENNANT, 1975).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cinco tipos de ectomicorrizas foram observadas neste ensaio, correspondendo aos tipos a seguir descritos:

Ectomicorriza tipo 1 - micobionte não identificado

As micorrizas eram ou não ramificadas e/ou dicotômicas, retas, com ápice de coloração branca que se tornava castanho claro junto à base em estádios jovens, escurecendo para castanho em estádios maduros. O eixo principal tinha de 1,0 - 4,7 mm e diâmetro de 0,2 - 0,63 mm. Rizomorfas, esclerócios e elementos especializados não foram observados. Poucas hifas emanadas do manto, de 0,2 - 0,3 µm de diâmetro, irregularmente

formadas, adpressas, ocorrendo até 50 μm distante do manto. Septos estavam presentes, mas não muito freqüentes, sem grampios de conexão. Incrustações nas hifas foram observadas na maioria do micélio. A margem do manto era lisa, camada externa “felt prosenchyma” e “net synenchyma” internamente, formando um tecido de até 1,2 - 2,3 μm espessura. A hifa do tecido do manto era hialina para rosa em fucsina ácida a 2%, com paredes lisas, e mais espessas que as hifas emanadas do manto. Rede de Hartig bem distinta.

Ectomicorriza tipo 2 - micobionte não identificado

A maioria das micorrizas eram tortuosas, não ramificadas ou dicotômicas, coloração branca para castanho claro da extremidade para a base. Micorrizas em estádios maduros apresentavam cor castanho com tanino visível sob microscópio. O eixo principal tinha de 1,0 - 3,75 mm e diâmetro de 0,25 - 0,67 mm. Rizomorfas, esclerócios e elementos associados não foram observados. A superfície do manto era lisa, geralmente não apresentavam hifas emanadas. Raramente eram observadas hifas de cor castanho, emanando do manto até a distância de 20 μm , retas, paredes verrugosas, septada, 4,0 - 7,0 μm de espessura. Manto fino, coloração castanha em estádios maduros e de espessura irregular que consistia de uma a três camadas de células hifálicas, de 12,0 a 32,5 μm de espessura. A estrutura do manto era compacta, não diferenciada “net” para “irregular synenchyma”, não interligadas e as hifas tinham espessura irregular, de 4,0 - 8,0 μm de diâmetro, mais largas que as emanadas, septadas, com paredes lisas. A rede de Hartig era bem visível, com espaço intercelular também visível até 2 a 3 camadas de células corticais. Com freqüência as hifas não provenientes do manto, não relacionadas com a micorriza, ocorriam em torno da micorriza.

Ectomicorriza tipo 3 - micobionte não identificado

As micorrizas eram de cor castanho claro e escureciam gradativamente até castanho junto à base. A superfície da micorriza era cotonosa com várias formas, desde monopodiais como dicotômicas a coralóide. As formas monopodiais eram retas de 1,13 a 5,00 mm e 0,5 a 0,6 mm de

diâmetro, freqüentemente de forma clavada na extremidade. As formas dicotômicas e coralóides tinham o eixo principal de 1,0 - 2,5 mm e 0,37 - 0,50 mm de diâmetro. As hifas associadas, que envolviam toda a micorriza e raízes, eram de cor branca e ocorriam em abundância, com diâmetro de 2,0 - 3,0 μm , com grampios de conexão na maioria dos septos e apresentavam paredes ornamentadas com pequenas verrugas, quase imperceptíveis. Rizomorfas, esclerócios e elementos especializados não foram observados. A superfície do manto constituía-se de “felt prosenchyma” até 20,0 - 30,0 μm de profundidade, apresentando células alongadas, que emergiam do manto como hifas emanadas. Este “felt prosenchyma” tornava-se “net” ou “irregular synenchyma”, dependendo da secção do corte anatômico. A rede de Hartig era visível.

Ectomicorriza tipo 4 - *Cenococcum geophilum* Fr.

As micorrizas eram exatamente como descrito por INGLEBY *et al.* (1990) com sendo ascomiceto *Cenococcum geophilum* Fr. As micorrizas apresentavam coloração negra sob estereomicroscópio, morfologicamente retas ou dicotômicas, eixo principal de 1,0 - 3,2 mm e 0,37 - 0,50 mm de diâmetro. Sob microscópio as hifas apresentavam cor castanho escuro, septadas, com paredes grossas, com diâmetro de 4,0 - 6,0 μm que cresciam emergindo do manto. Esclerócios eram negros, esféricos, 1,2-1,8 mm de diâmetro, duros e com hifas ao redor, ocorrendo com freqüência na rizosfera. A superfície do manto era formada por um arranjo específico de hifas, como rosetas, das quais as hifas emergiam. As margens do manto eram lisas e a estrutura tipicamente “net synenchyma”, com hifas de paredes grossas, mais espessas que as emanadas.

Ectomicorriza tipo 5 - micobionte não identificado

Micorrizas eram branco-amareladas, retas ou dicotômicas, apresentando eixo principal com 1,0 - 1,38 mm e 0,4 - 0,6 mm de diâmetro. As hifas associadas não eram hialinas em fucsina ácida a 2%, forma irregular, 2,0 - 3,0 μm diâmetro, sem grampios de conexão, emanando até 200 μm a partir do manto. A estrutura do manto era diferenciada, externamente “felt prosenchyma”,

internamente “net synenchyma” e hifas com paredes mais lisas e com maior diâmetro, algumas paralelamente arranjadas. As rizomorfias associadas eram altamente diferenciadas, de 20,0 - 30,0 µm de largura, com distintas hifas centra-lizadas, envoltas por outras mais finas. As hifas centrais eram

septadas. As hifas de rizomorfa eram hialinas, septadas, diferentes das hifas associadas.

A estimativa visual da quantidade total de micorrizas e a distribuição dos cinco tipos de ectomicorrizas entre os tratamentos são mostradas na TABELA 1.

TABELA 1 - Estimativa visual da ocorrência de micorrizas (-ausente, +presente, ++presente em pequena quantidade, +++presente em grande quantidade, ++++presente em abundância) e tipos 1,2,3,4 e 5 de micorrizas, descritos no texto, em *P. luchuensis* cultivado em solo tratado a 50°, 65°, 80° e 95°C em condições de câmara de crescimento e casa de vegetação.

Temperatura	Repetição	Câmara de crescimento		Casa de Vegetação	
		Ocorrência	Tipo	Ocorrência	Tipo
95°C	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
80°C	1	++	1	+	1
	2	++	1	++	-
	3	++	1	++	1
	4	++	1	+	1
65°C	1	+++	1	+++	1,4
	2	+++	1	+++	1
	3	++	1	+++	1
	4	+++	1	+++	1
50°C	1	+++	4,5	++	2,3,4,5
	2	+++	4,5	++	2,3,4
	3	++	4,5	++	2,3,4
	4	+++	4,5	++	1,3,4
CONTROLE	1	++++	3,4,5	++	2,4
	2	+++	3,4,5	+++	4
	3	+++	3,4,5	+++	2,3,4
	4	+++	3,4,5	+++	2,3,4

Os cinco tipos ectomicorrízicos obtidos neste ensaio provavelmente não cobrem toda a população de fungos ectomicorrízicos naturais da floresta de Tamatorizaki. A quantidade de solo empregada, a disponibilidade de água, temperatura, condições de incubação, fotoperíodo, tipo de frascos e todos os fatores envolvidos na composição do ambiente de incubação exercem influência no

metabolismo da planta e do fungo (HARLEY & SMITH 1983), e, de alguma forma, afetam o desenvolvimento da simbiose micorrízica. Fatores ecológicos como a especificidade entre planta e hospedeiro, estágio da sucessão micorrízica são também importantes para estabelecer o relacionamento simbiótico entre a planta hospedeira e a micota e definir os parceiros e os tipos de

associação micorrízica (ALLEN & ALLEN 1992). Por estas razões, os tipos micorrízicos e os respectivos micobiontes obtidos neste experimento, especialmente no controle, não podem ser extrapolados para as condições de campo.

Por ocasião da coleta do solo utilizado como inóculo neste experimento, foi observada a ocorrência de frutificações de *Suillus granulatus* (L. ex. Fr.) S. F. Gray, que, segundo PALM & STEWART (1984), trata-se de um fungo ectomicorrízico cosmopolita. Adaptando o método de KASUYA *et al.* (1992), através da síntese de ectomicorrizas *in vitro*, comprovou-se que *S. granulatus* é micorrízico, associando-se com *P. luchuensis*. Isto é apenas uma indicação de que *S. granulatus* pode associar-se como micorriza em *P. luchuensis*. Nenhum dos cinco tipos ectomicorrízicos obtidos até três meses de incubação, tinham características de micorriza de *S. granulatus*. Esta ausência é previsível segundo MASON *et al.* (1983), que afirmam que a presença de carpóforos não está diretamente relacionada com as micorrizas que ocorrem no interior do solo. Segundo estes autores, as micorrizas ocorrem obedecendo uma sucessão ecológica. Isto significa que posteriormente, em algum estágio específico, *S. granulatus* e *P. luchuensis* virão a associar-se (PALM & STEWART 1984), provavelmente em idade similar aos exemplares de *P. luchuensis* da floresta de Tamatorizaki, da qual coletou-se o solo para o ensaio e onde carpóforos de *S. granulatus* ocorriam.

Outra possibilidade é a não disponibilidade de propágulos de *S. granulatus* no solo. Como mencionado por OGAWA (1985), *S. granulatus* possui hifas irregularmente distribuídas no horizonte F e A. A distribuição deste micélio é controlada pela distribuição de raízes no solo e qualquer alteração na direção do micélio depende da distribuição do substrato.

De acordo com o conceito de MASON *et al.* (1983), as micorrizas de tipos 2, 3, 4 e 5, detectados no controle e no solo tratado a 50°C podem ser considerados como pertencentes ao grupo das micorrizas específicas de estágio jovem. Os respectivos fungos são capazes de associarem-se como micorrizas em mudas de *P. luchuensis* de até três meses de idade. São capazes também de crescer entre a micota natural do solo, demonstrando habilidade competitiva.

Já a micorriza tipo 1 não demonstrou ter essa habilidade competitiva, ocorrendo somente em solos tratados de 65° para 80°C, onde se espera uma população restrita, composta por organismos tolerantes a essas temperaturas. O fungo associado ao tipo 1 demonstrou ser tolerante à temperatura de até 80°C.

A micorriza tipo 2 tem também algumas restrições, ocorrendo somente em condições de casa de vegetação, no controle e em solo tratado a 50°C. Devido ao sistema de aeração da incubadora, o solo/inóculo utilizado como substrato dos frascos colocados em casa de vegetação continham mais umidade do que os frascos de polycarbonato utilizados nas câmaras de crescimento. A ocorrência da micorriza tipo 2 somente nos frascos mantidos em casa de vegetação demonstra a sensibilidade desta micorriza às condições de seca e à temperaturas superiores a 65°C.

Similarmente, a micorriza tipo 3 mostrou a mesma sensibilidade à temperaturas superiores a 50°C, mas ocorria em condições de baixa disponibilidade de água das câmaras de crescimento. Também ocorreu no controle em ambas as condições, casa de vegetação e em câmara de crescimento.

Cenococcum geophilum, associado à micorriza 4, ocorreu nos tratamentos a temperaturas inferiores a 65°C. Trata-se de fungo ectomicorrízico cosmopolita bastante conhecido e a característica de possuir estruturas de resistência, como esclerócios, permite-lhe uma habilidade competitiva vantajosa para crescer em condições adversas como extremos de temperatura, de seca, etc. (MASSICOTE *et al.* 1991).

A micorriza tipo 5 mostrou sensibilidade à temperaturas superiores a 65°C e tolerância ao baixo teor de umidade da câmara de crescimento. Ocorreu também em casa de vegetação, mas não tão freqüente como na câmara de crescimento.

Notou-se a ocorrência simultânea de diferentes tipos de micorrizas em uma mesma planta, especialmente em solos tratados a 50°C e no controle. HARLEY & SMITH (1983) denominam este fenômeno como complexo social de organismos, onde o carbono advindo do processo fotossintético é usado pelo micélio do fungo. Reciprocamente, há uma competição entre os hospedeiros pelos derivados do complexo

fúngico. Posteriormente, o melhor sucedido nesta competição, cuja ocorrência depende do relacionamento hospedeiro/fungo, definirá a micota micorrízica que se estabelecerá nos diferentes estádios sucessionais do ecossistema.

Embora apresente limitações devido à falta de precisão, a estimativa visual da ocorrência de micorrizas foi utilizada para permitir uma idéia da termossensibilidade dos fungos micorrízicos. O número de tipos micorrízicos diminui quanto maior a temperatura aplicada no tratamento do solo, conforme pode ser observado na TABELA 1.

As diferentes temperaturas aplicadas no tratamento do solo certamente afetaram não somente os propágulos dos fungos micorrízicos, mas toda a micota do solo. Além disso, há que se considerar outras características como a regularidade do fotoperíodo na incubadora e a irregularidade natural do fotoperíodo em casa de vegetação. De acordo com HARLEY (1969) e HARLEY & SMITH (1983) estes fatores, entre outros, como a população do solo, luz, temperatura são fundamentais e decisivos para o estabelecimento da associação. Esta complexa interação altera todo o ecossistema e provavelmente explica a ocorrência da micorriza tipo I somente e quase que exclusivamente em solos tratados entre 65° a 80°C. O correspondente fungo micorrízico sobreviveu a tratamentos nessas temperaturas e os mecanismos envolvidos na associação foram compatíveis com as atividades da micota remanescente.

Embora não tenha sido conferido durante o experimento, o próprio tratamento térmico não deve ter ocorrido de forma uniforme por toda a amostra do solo tratada. O processo de peneiramento permitiu a utilização de estruturas do solo menores ou iguais a 1,0 cm. Certamente uma partícula do solo recebeu um impacto térmico diferentemente de uma estrutura de 1,0 cm de solo. Consequentemente as micotas respectivas também reagiram distintamente.

O comprimento total das raízes de *P. luchuensis* encontra-se na TABELA 2. O comprimento total das raízes medidas neste ensaio demonstra que as plantas cultivadas na incubadora apresentavam o comprimento das raízes mais longo quando comparados com plantas cultivadas em casa de vegetação. Sob o mesmo regime de incubação, as raízes eram mais longas quanto maior a temperatura aplicada no tratamento

do solo. Acredita-se que o conteúdo nutritivo do limitado ambiente do interior dos frascos estava totalmente disponível para o crescimento das mudas de *P. luchuensis*, devido à ausência de competição com outras plantas cujos propágulos foram eliminados durante o processo de aquecimento do solo. O solo estava mais seco na incubadora do que na casa de vegetação, induzindo as mudas a desenvolverem sistema radicular mais amplo para aumentar a superfície de absorção e talvez, conforme REID & HACSKAYLO (1982), uma tentativa de manter balanço satisfatório de água nos tecidos do hospedeiro. Mesmo assim, não foram observadas diferenças significativas no comprimento total das raízes cultivadas em solo tratado entre 80°C e 95°C em ambos os regimes de incubação. Em ambos, também as micorrizas apareceram nos solos tratados a 80°C. THEODOROU & BOWEN (1971) argumentam que o aumento das raízes laterais significa aumento de locais com potencial para ocorrência de micorrizas, que pode ter acontecido quando o solo foi tratado a 80°C, comparado com o tratamento a 95°C. Este fenômeno não ocorreu em tratamentos abaixo de 80°C, onde a incidência de micorrizas foi significativamente maior.

Estas informações podem ser utilizadas em experimentos de inoculação micorrízica, quando condições estéreis não são desejadas, mas necessárias para eliminar a micota micorrízica pré existente. Assim, processos de inoculação serão possíveis sem a interferência de competidores, mantendo-se parte da população do solo, em solos tratados a temperaturas de 95°C.

Estes resultados referem-se à *P. luchuensis* com 90 dias e são restritos às condições empregadas. De acordo com o conceito de MASON *et al.* (1983) e DEACON & DONALDSON (1983), outros e diferentes tipos micorrízicos podem ser encontrados no mesmo solo quando coletado em outro período e em outros microhabitats, sob os mesmos tratamentos aqui empregados. Posteriormente, outros trabalhos referentes à idade da planta hospedeira, identificação dos micobiontes, características ecológicas, e modelos de sucessão, devem ser acessados com a finalidade de determinar o fungo micorrízico mais adequado para *P. luchuensis*, que induza melhor desempenho e que seja ambientalmente adaptado às condições locais.

TABELA 2 - Comprimento total das raízes de *P. luchuensis* (média da quatro repetições) cultivado em solo tratado a 50°, 65°, 80° e 95°C em câmara de crescimento e casa de vegetação.

TRATAMENTO	COMPRIMENTO TOTAL DAS RAÍZES (cm)	
	CÂMARA DE CRESCIMENTO	CASA DE VEGETAÇÃO
95°C	106,20 cm d	59,78 cm bc
80°C	132,59 cm de	62,43 cm bc
65°C	104,24 cm cd	52,45 cm ab
50°C	78,96 cm cd	35,29 cm a
controle	77,05 cm bc	49,50 cm ab

Tratamentos seguidos pela mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. (F = 20,35, LSD = 19,42 cm e CV = 17,73%).

4 CONCLUSÕES

Solos provenientes de talhões de *Pinus luchuensis* continham cinco tipos distintos de propágulos de ectomicorizas capazes de associar-se como ectomicorizas com mudas de *P. luchuensis* com três meses de idade, em condições de câmara de crescimento e casa de vegetação.

O fungo micorrízico associado ao tipo 4 foi identificado como *Cenococcum geophilum* e os demais tipos tratam-se de micobiontes não identificados.

A micorriza tipo 1 mostrou tolerância ao tratamento de solo à temperatura de 80°C. Os demais tipos ocorreram no controle e em solo tratado à temperatura de 50°C.

Solo tratado a 95°C foi efetivo no controle da formação de ectomicorizas em mudas de *P. luchuensis*.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve suporte do International Collaborative Research Programme, vigência 93/94, do Japan International Research Center for Agricultural Sciences, JIRCAS, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, a quem o primeiro autor agradece. Agradecimentos também ao Senhor Akiyoshi Yamada, da Universidade de Tsukuba, pelo fornecimento de isolados de

Cenococcum geophilum e *Suillus granulatus* e aos senhores Dr. Katsuki Adachi e Dr. Toshihiro Semboku pelo acompanhamento do trabalho durante a permanência do primeiro autor na International Collaborative Research Section, Okinawa Subtropical Station, Ishigaki, Japão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGERER, R. 1987-1993. *Color atlas of ectomycorrhizae*. Einhorn, Schwabisch Gmünd. (não paginado)

ALLEN, M. F. & ALLEN, E. B. 1992. Mycorrhizae and plant community development: mechanisms and patterns. In: CARROL, G. C. & WICKLÖW, D. T. (eds.) *The fungal community its organization and role in the ecosystem*. New York, Marcel Dekker, Inc. p.455-479.

DEACON, J. W. & DONALDSON, S. J. 1983. Sequences and interactions of mycorrhizal fungi on birch. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, 71:257-262.

GRAND, L. F. & HARVEY, A. E. 1982. Quantitative measurement of ectomycorrhizae in plant roots. In: SCHENCKE, N. C. (ed.). *Methods and principles of mycorrhizal research*. St. Paul, Minnesota, The American Phytopathological Society. p.157-164.

HARLEY, J. L. 1969. *The biology of mycorrhiza*. London, Leonard Hill. 334p.

- HARLEY, J. L. & SMITH, S. E. 1983. *Mycorrhizal symbiosis*. London, Academic Press. 483p.
- INGLEBY, K. *et al.* 1990. *Identification of ectomycorrhizas*. London, Institute of Terrestrial Ecology Research, HMSO. 112p. (Publication, 5)
- KASUYA, M. C. M. *et al.* 1992. *In vitro* ectomycorrhizal formation in six varieties on pine. *For. Ecolo. Manage*, Amsterdam, 47:127-134.
- MASON, P. A. *et al.* 1983. The concept of sucession in relation to the spread of sheeting mycorrhizal fungi on inoculated tree seedlings growing in unsterile soils. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, 71:247-256.
- MASSICOTTE, H. B. *et al.* 1991. Studies on *Cenococcum geophilum*. II. Sclerotium morphology, germination, and formation in pure culture and growth pouches. *Can. J. Bot.*, Ottawa, 70:125-132.
- MIKOLA, P. 1973. Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. In: MARKS, G. C. & KOZLOWSKI, T. T. (eds.). *Ectomycorrhizae their ecology and physiology*. New York, Academic Press. p.383-411.
- OGAWA, M. 1985. Ecological characters of ectomycorrhizal fungi and their mycorrhizae. *JARQ*, Tsukuba, 18(4):305-314.
- PALM, M. E. & STEWART, E. L. 1984. *In vitro* synthesis of mycorrhizae between presumed specific and non specific *Pinus* + *Suillus* combinations. *Mycologia*, Lancaster, 76(4):579-600.
- PETERSON, R. L. & CHAKRAVARTY, P. 1991. Techniques in synthesizing ectomycorrhiza. In: NORRIS, J. R.; READ, D. J. & VARMA, A. K. (eds.). *Methods in microbiology. Techniques for the study of mycorrhiza*. London, Academic Press. v. 23. p. 75-106.
- REID, C. P. P. & HACKSKALO, E. 1982. Evaluation of plant response to inoculation. B. Environmental variables. In: SCHENCKE, N. C. (ed.) *Methods and principles of mycorrhizal research*. St Paul, Minnesota, The American Phytopathological Society. p. 175-187.
- ROVIRA, A. D. 1959. Root excretions in relation to the rhizosphere effect. IV. Influence of plant species, age of plant, light, temperature, and calcium nutrition on exudation. *Plant and Soil*, The Hague-Netherlands, (1):53-64.
- TENNANT, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology*, London, 63:995-1001.
- THEODOROU, C. & BOWEN, G. D. 1971. Influence of temperature on the mycorrhizal associations of *Pinus radiata* D. Don. *Aust. J. Bot.*, Melbourne, 19:13-20.
- TRAPPE, J. M. & LUOMA, L. L. 1992. The ties that bind: fungi in ecosystems. In: CARROL, G. C. & WICKLOW, D. T. (eds.). *The fungal community its organization and role in the ecosystem*. New York, Marcel Dekker, Inc. p.17-27.

DETECÇÃO DE ENDOGAMIA EM SEMENTES DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden*

Aida Sanac SATO**

Edson Scizo MORI***

RESUMO

Um Pomar de Sementes Comercial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden constituído por 14 clones, seleccionados para a característica de maior densidade básica em uma população base originária de Coff's Harbour - Austrália, foi instalado no município de Botucatu - SP em 1982. Vários fatores podem levar à depressão endogâmica, afetando a qualidade das sementes produzidas em um pomar. A eletroforese de isoenzimas foi aplicada para detectar o nível de endogamia em um lote de sementes comerciais, para avaliar a sua qualidade. A técnica foi realizada em meio suporte de penetrose de milho à 13%, utilizando cotilédones com aproximadamente 15-20 dias de germinação e plantas com aproximadamente 1 mês da idade. Foram analisadas 14 progênies por meio de 8 locos enzimáticos: MDH-1 (1 alelo); MDH-2 (2 alelos); ACP-1 (4 alelos); ACP-3 (3 alelos); α -EST-1 (4 alelos); α -EST-2 (2 alelos); LAP-2 (5 alelos); GOT-2 (3 alelos); e em seguida procedeu-se estimativas biométricas (coeficiente de endogamia - \hat{f} ; e taxa aparente de fertilização cruzada - \hat{f}_a) com base nas interpretações dos locos enzimáticos. As conclusões foram: 1) o lote de sementes apresentou endogamia dentro da população ($\hat{f} = 0,071$) e taxa aparente média de fertilização cruzada (\hat{f}_a) de 87,2% o que mostra que o *Eucalyptus grandis* apresenta um comportamento de planta intermediária, preferencialmente alógama, 2) o lote de sementes apresentou boas qualidades para utilização comercial.

Palavras-chave: eletroforese de isoenzimas; pomar de sementes; endogamia; qualidade de sementes; autofecundação; *Eucalyptus grandis*.

1 INTRODUÇÃO

A produção de sementes do gênero *Eucalyptus*, em escala comercial, geralmente é obtida do cruzamento de indivíduos superiores agrupados em Pomares de Sementes por polinização livre. Cruzamentos entre aparentados e autofecundação, entre outros fatores, podem diminuir o potencial das progênies, devido à depressão

ABSTRACT

A commercial seed orchard of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, with 14 clones, selected for the highest basic density of wood in a base-population from Coff's Harbour-Australia, was planted in Botucatu county, São Paulo State, in 1982. Several elements can lead to an endogamic depression, affecting the quality of seeds produced in the orchard. The electrophoresis of isozymes was applied to determine the level of inbreeding and the quality of a commercial seed lot. The technique was developed in corn starch gel using cotyledons approximately 15-20 days of germination and seedlings approximately one month old. Fourteen progenies were analysed using 8 isozyme loci: MDH-1 (1 allele); MDH-2 (2 alleles); ACP-1 (4 alleles); ACP-3 (3 alleles); α -EST-1 (4 alleles); α -EST-2 (2 alleles); LAP-2 (5 alleles); GOT-2 (3 alleles). Biometric parameters related to the mating system (coefficient of inbreeding - \hat{f} ; outcrossing rate - \hat{f}_a) were estimated, based on the interpretation of the isozymes loci. The conclusions were: 1) the inbreeding in the lot seeds was $\hat{f} = 0.071$ and the average outcrossing rate (\hat{f}_a) in the studied population was 87.2%, demonstrating that *Eucalyptus grandis* is an intermediary plant, preferentially allogamous, 2) the lot of seeds have good qualities for commercial utilization.

Key words: electrophoresis of isozymes; seed orchard; inbreeding; seed quality; self-fertilization; *Eucalyptus grandis*.

endogâmica. Portanto, vários fatores devem ser levados em conta na formação do Pomar de Sementes para minimizar a endogamia, como: sincronismo de florescimento, distribuição dos indivíduos na área, espaçamento, agentes polinizadores, isolamento do Pomar, etc. Embora a espécie seja classificada como alógama, ela permite uma certa taxa de autofecundação, que pode ser alta se o Pomar de Sementes não for bem planejado.

(*) Aceito para publicação em outubro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.

O presente trabalho tem por objetivo, detectar o nível de endogamia em lotes de sementes comerciais para avaliação de sua qualidade através da técnica de Eletroforese de Isoenzimas em gel de amido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os métodos de melhoramento que vêm sendo aplicados, baseiam-se principalmente na seleção intensiva de árvores fenotipicamente superiores e sua utilização nos Pomares de Sementes. Após, são instalados Testes de Progenies com sementes das árvores do Pomar, visando determinar o valor genotípico das árvores selecionadas e posterior utilização como base para a seleção na geração seguinte (KAGEYAMA, 1981).

Segundo MORI (1993) a perda de variabilidade através de deriva genética, em etapas de seleção em um programa de melhoramento genético, pode ser muito acentuada, dependendo do tamanho efetivo populacional utilizado. Programas que visam altos ganhos, a curto prazo, se mal acompanhados, podem sofrer sérios riscos por vulnerabilidade genética.

As principais características reprodutivas que devem afetar as estratégias de melhoramento são o sistema sexual, sistemas de cruzamento e suas consequências genéticas em termos de endogamia, hibridação interespecífica e relações de paternidade; características de desenvolvimento floral, fenologia do florescimento e frutificação, vetores de pólen e dispersão; precocidade e fecundidade. Cada um varia dentro e entre espécies, tanto no controle genético como no ambiental, oferecendo opções para seleção ou manipulação no sentido desejado pelo melhorista (GRIFFIN, 1990). Segundo o mesmo autor, se uma semente é produzida por autofecundação, a planta resultante é freqüentemente menos vigorosa que outra obtida por cruzamento - ela exibe depressão por endogamia.

Segundo Eldridge citado por KAGEYAMA (1981), o *Eucalyptus* é considerado bissexual, sendo que a protandria tem sido observada em algumas espécies, com exemplos de auto incompatibilidade e macho esterilidade.

A alogamia pode ser considerada como predominante em *Eucalyptus*. Embora ocorra a protandria, isso não elimina a possibilidade de auto fecundação, já que o florescimento da copa toda demora vários dias mais que o período em que uma flor é receptível.

Os resultados obtidos quanto à autofertilização natural em espécies florestais são bastante variáveis, porém a freqüência não tem sido alta a ponto de ser considerada de importância. A estimativa do grau de autofertilização no geral, determina após uma geração, um coeficiente de endogamia em torno de 0,025 a 0,050 (KAGEYAMA, 1981).

A técnica de Eletroforese de isoenzimas vem apresentando resultados satisfatórios para a determinação de estimativas de taxas de cruzamento em populações de plantas. Brown & Allard citados por MORI (1993).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Procedimentos de Eletroforese

Foram utilizadas sementes das 14 matrizes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden do Pomar de Sementes Comercial - 15J (coleta individual) da Cia. Suzano de Papel e Celulose, originárias de Coff's Harbour - Austrália, instalado no município de Botucatu-SP.

Adotou-se 2 procedimentos para a extração de enzimas:

1. utilizando cotilédones com aproximadamente 15-20 dias de germinação em gerbox com papel de filtro em câmara de germinação à 25° C e controle de fotoperíodo;
2. utilizando planta semeada em vasos com substrato comercial em casa de vegetação com aproximadamente 1 mês após semeadura, tomando-se plantas ao acaso que apresentassem de 2 a 3 pares de folhas.

Para a maceração dos tecidos foi utilizada a solução de extração de ALFENAS *et al.* (1991). A aplicação das enzimas foi feita em gel de penetração de milho a uma concentração de 13%, através de tiras de papel de filtro ("wicks"), molhadas no extrato enzimático que foram armazenadas em "freezer" para posterior utilização.

Os sistemas tampão eletrodo/gel e os sistemas enzimáticos utilizados foram:

- Tampão do eletrodo:
Tris ácido cítrico (Tris-0,135 M; Ác. cítrico-0,044 M) - pH 7,0
- Tampão do gel:
Histidina morfina (Histidina-0,005 M) - pH 7,0
- Sistema enzimático:
Malato desidrogenase (MDH-EC 1.1.1.37.)
Fosfatase ácida (ACP-EC 3.1.3.2.)
Alfa Esterase (α -EST-EC 3.1.1.1.)
Leucina aminopeptidase (LAP-EC 3.4.11.1.)
Glutamato oxaloacetato transaminase (GOT-EC 2.6.1.1.)

3.2 Procedimentos de Biometria

3.2.1 Coeficiente de endogamia (\hat{f})

As estimativas dos coeficientes de endogamia, dentro da população (\hat{f}), foram obtidas pela seguinte expressão, apresentada por WEIR (1990):

$$\hat{f} = (\hat{H}_e - \hat{H}_o) / \hat{H}_e$$

onde:

\hat{H}_e - estimativa da frequência esperada de heterozigotos

\hat{H}_o - estimativa da frequência observada de heterozigotos

3.2.2 Taxa de fertilização cruzada (\hat{t}_a)

As estimativas das taxas aparente de fertilização cruzada (\hat{t}_a), foram obtidas pela expressão apresentada por WEIR (1990):

$$\hat{t}_a = (1 - \hat{f}) / (1 + \hat{f})$$

onde:

\hat{f} - estimativa do coeficiente de endogamia

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento de extração de enzimas de cotilédones com aproximadamente 15-20 dias de germinação não pôde ser utilizado, pois o extrato obtido da maceração de apenas um cotilédono não atingiu a consistência desejada (muito diluída ou não suficientes para molhar a tira de papel de filtro).

Utilizou-se então o procedimento de extração de enzimas de plantas com aproximadamente 1 mês de idade semeadas em vaso com substrato comercial. Este apresentou resultados satisfatórios para análise de isoenzimas.

Estudando a frequência de alelos nos locos observa-se que a LAP-2 apresentou maior polimorfismo de alelos (5). A ACP-1 e a α -EST-1, apresentaram 4 alelos; a ACP-3 e a GOT-2 apresentaram 3 alelos; a MDH-2 e a α -EST-2 apresentaram 2 alelos e a MDH-1 apresentou apenas 1 alelo na população.

A TABELA 1 apresenta as frequências de todos os alelos presentes em 8 locos isoenzimáticos na população de progênies de polinização aberta de *Eucalyptus grandis*.

A frequência esperada média de heterozigotos na população ($\bar{H}_e = 0,300$) foi superior a média observada ($\bar{H}_o = 0,277$), evidenciando um certo desvio no comportamento panmítico de cruzamentos da população. Este desvio é apresentado pelo coeficiente de endogamia (\hat{f}) que foi igual a 7,1%.

A estimativa da taxa aparente de fertilização cruzada (\hat{t}_a) foi igual a 0,872, um valor bastante próximo ao encontrado por MORI (1993), em estudo realizado com *Eucalyptus grandis* com o mesmo material genético.

As estimativas da frequência esperada (\hat{H}_e) e observada (\hat{H}_o) de heterozigotos, do coeficiente de endogamia (\hat{f}) e da taxa aparente de fertilização cruzada (\hat{t}_a) encontradas na população, são apresentadas na TABELA 2.

MORI (1993) revendo a literatura, encontrou valores de taxa endogamia iguais ou superiores ao encontrado neste trabalho. Este fato mostra que o lote de sementes analisado possui boas qualidades para uso comercial.

TABELA 1 - Frequência de alelos em 8 locos de *Eucalyptus grandis*.

ALELO	LOCOS							
	MDH-1	MDH-2	ACP-1	ACP-3	EST-1	EST-2	LAP-2	GOT-2
1	1,000	0,860	0,697	0,798	0,809	0,783	0,621	0,917
2	---	0,140	0,252	0,196	0,080	0,217	0,175	0,068
3	---	---	0,032	0,006	0,069	---	0,139	0,015
4	---	---	0,018	---	0,043	---	0,057	---
5	---	---	---	---	---	---	0,007	---

TABELA 2 - Frequência esperada (\hat{H}_e) e observada (\hat{H}_o) de heterozigotos, coeficiente de endogamia (\hat{f}) e taxa aparente de fertilização cruzada (\hat{t}_a) observada para cada loco gênico.

PARÂMETRO	LOCOS									
	MDH-1	MDH-2	ACP-1	ACP-3	EST-1	EST-2	LAP-2	GOT-2	MÉDIA	ERRO
\hat{H}_e	0,000	0,240	0,449	0,325	0,333	0,340	0,560	0,155	0,300	0,061
\hat{H}_o	0,000	0,217	0,450	0,304	0,309	0,302	0,486	0,152	0,277	0,055
\hat{f}	----	0,096	-0,002	0,065	0,072	0,112	0,132	0,019	0,071	---
\hat{t}_a	----	0,825	1,004	0,878	0,866	0,799	0,767	0,963	0,872	---

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que:

- a endogamia encontrada na população estudada foi baixa ($\hat{f} = 0,071$);
- por este lote de sementes estudado, a espécie é considerada intermediária ($\hat{t}_a = 0,872$);
- assim, o lote de sementes estudado possui boas qualidades para utilização comercial;
- recomenda-se também que esta metodologia passe a ser utilizada na caracterização de lotes de sementes comerciais, originadas de Pomares de Sementes.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Companhia Suzano de Papel e Celulose pelo suporte financeiro e à FCA-UNESP de Botucatu pela infra-estrutura, sem os quais não teria sido possível a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C. et al. 1991. *Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 242p.
- GRIFFIN, A. R. 1990. Reprodução sexual e estratégias de melhoramento florestal com referência particular a *Eucalyptus*. In: REUNIÃO TÉCNICA DE POPULAÇÕES BASE DE *Eucalyptus*, IPEF, Piracicaba, set. 04-05. Piracicaba, IPEF. p.20-53.
- KAGEYAMA, P. Y. 1981. Endogamia em espécies florestais. *Série Técnica - IPEF*, Piracicaba, 2(8):1-40.
- MORI, E. S. 1993. *Variabilidade genética isoenzimática em uma população de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden submetida a diferentes intensidades de seleção*. Piracicaba, ESALQ. 199p. (Tese de Doutorado)
- WEIR, B. S. 1990. *Genetic data analysis. Methods for discrete population genetic data*. North Carolina State University, Sinauer Associates Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts. 377p.

CONSORCIAÇÃO ENTRE ESPÉCIES DE *PINUS* E CULTURAS AGRÍCOLAS¹

Sidnei Francisco CRUZ²

Osmar VILAS BOAS³

Lêda Maria do Amaral GURGEL GARRIDO⁴

Fernando Silveira FRANCO⁵

RESUMO

Nas Estações Experimentais de Assis e Marília foram conduzidos três ensaios envolvendo quatro diferentes consorciações de *Pinus* com café, arroz e feijão, de modo a estudar o efeito dessas associações sobre o desenvolvimento da espécie florestal e o efeito do sombreamento desta sobre a produção das culturas intercalares. A análise dos resultados revelou que, de modo geral, não há interferência de culturas intercalares sobre o crescimento em altura e DAP de *Pinus*. A produção individual do café não se alterou em virtude do consórcio com *Pinus* até cinco anos de idade. As produções de feijão e arroz em associação com *Pinus* e arroz consorciado com *Pinus* e café sofreram efeito do sombreamento, sendo, em geral, mais indicado o plantio de 133 mil plantas/ha das culturas anuais (quatro linhas) entre as ruas da espécie florestal. Na associação entre *Pinus*, café e arroz, a produção de arroz foi maior na associação de café como cultura principal e arroz como cultura intercalar, seguida da combinação *Pinus*, café e arroz.

Palavras-chave: agrossilvicultura; consorciação; *Pinus*; culturas intercalares.

1 INTRODUÇÃO

A diminuição da capacidade produtiva da terra se deve, em grande parte, ao desmatamento e ao uso inadequado dos recursos naturais. Segundo estimativas da FAO (1978), as florestas nativas existentes nos países em desenvolvimento estão se reduzindo notavelmente, principalmente devido ao aumento da população, ao aumento da demanda do uso da terra e às pressões econômicas para intensificar a produção agrícola, com o propósito de se obterem lucros imediatos. Uma das alternativas para minimizar os impactos ambientais

ABSTRACT

Three experiments of associations between forest and agricultural species were installed on Estações Experimentais of Assis and Marília. The associations included two *Pinus* species: *Pinus elliottii* var. *elliottii* and *Pinus caribaea* var. *caribaea* and three agricultural species: coffee (*Coffea arabica*), rice (*Oryza sativa*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) intending to study forest development and the shadiness influence on agricultural species. Generally there is no influence of association on height and diameter growing or on agricultural production. The coffee individual production was the same for all kinds of associations. Rice and bean cultures associated with pine were affected by shadiness. The best association was 133 thousand plants/ha (four rows) between *Pinus* rows. On rice, coffee and *Pinus* associations the greatest rice production occurred when coffee was the main cultivation, followed by pine, coffee and rice association.

Key words: agroforestry; associations; *Pinus*; intercropping.

provocados por essa exploração irracional promovida pelo homem seria a adoção de técnicas que aliassem a sustentabilidade da produção com a preservação dos recursos. Neste contexto, a agrossilvicultura se destaca como uma alternativa viável. Aliás, atualmente, em várias partes do mundo, tem crescido o interesse pela agrossilvicultura, já que o alto grau de ocupação das terras cultiváveis não permite o aumento da produção de alimentos, madeira e energia, a não ser através do aperfeiçoamento de práticas culturais aliadas à melhor utilização do solo.

(1) Aceito para publicação em outubro de 1996.

(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. (Bolsista da FAPESP)

(3) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(4) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. (Bolsista do CNPq)

(5) Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, MG, Brasil.

A agrossilvicultura, portanto, encontra em nosso meio pronunciada importância, uma vez que atende às necessidades de consumo de alimentos e de produtos florestais.

Considerando a implantação de áreas florestais por pequenos agricultores, seria possível um retorno de capital através das culturas intercalares, principalmente nos primeiros anos de produção.

Com ensaios de consorciação entre *Pinus* e café, arroz e feijão, objetivou-se estudar a viabilidade de tais associações, bem como a influência das culturas sobre a produção de madeira de *Pinus* e a influência do sombreamento sobre as culturas intercalares.

Na associação de *Pinus* e café, deve-se considerar a obtenção de produção por seis a sete safras de café, que seria eliminado em torno de dez anos de idade. O *Pinus*, conduzido em espaçamento maior, seria destinado principalmente à produção de resina.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

São raros, em nossas condições, os estudos de consórcios entre *Pinus* e culturas intercalares, sejam estas anuais ou perenes. Reúnem-se aqui os resultados de pesquisa envolvendo diferentes espécies arbóreas e culturas intercalares com diferentes conclusões sobre a influência de uma sobre a outra.

COMBE (1984) avaliou o efeito da consorciação de *Terminalia ivorensis* com milho (*Zea mays*), caupi (*Vigna unguiculata*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*). Ao final de um ano, os resultados revelaram que o crescimento em altura de *Terminalia ivorensis* foi 25% maior que o da plantação florestal exclusiva.

SCHREINER (1982) testou a influência do plantio de milho como cultura intercalar sobre a sobrevivência e a altura da erva-mate e verificou que o consórcio não afetou a sobrevivência das plantas, afetando, no entanto, sua altura.

BAGGIO et al. (1982) compararam o efeito do cultivo de três densidades de plantio de feijão (4; 5 e 6 linhas) como cultura intercalar com erva-mate e obtiveram, aos onze meses de implantação do sistema, as seguintes conclusões: a) a sobrevivência da erva-mate não foi afetada pelo consórcio com cinco e seis linhas

(78,6% e 77,3%, respectivamente); b) a altura das plantas de erva-mate, cuja média foi de 46,0 cm, não foi afetada pelas alternativas de consórcio nem pelo tipo de mudas; c) não houve diferença entre as produções de feijão obtidas com as densidades populacionais testadas.

SCHREINER & BAGGIO (1984) estudaram o rendimento de associações de *Pinus taeda* com milho (*Zea mays*), em função de três densidades populacionais desta cultura (50, 67 e 83 mil pls/ha). Verificaram que a sobrevivência de *Pinus* não foi afetada em nenhuma das densidades testadas. O crescimento em altura e o diâmetro, contudo, foram sensivelmente menores quando se cultivaram quatro linhas de milho (67 mil plantas por hectare). Concluíram que uma população de 50 mil plantas por hectare, dispostas em duas linhas, entre as linhas de *Pinus*, é a mais recomendável.

Em estudo realizado na Guatemala, envolvendo a consorciação de *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* e *Sesbania grandiflora* com milho, MARTÍNEZ & VARGAS (1985) testaram o efeito desta associação sobre várias características, tanto das espécies florestais como das culturas intercalares. As análises revelaram que o rendimento de grãos e forragem do milho não foi afetado pela presença das árvores.

Em trabalho realizado também na Guatemala, DETLEFSEN (1985) avaliou a consorciação do milho (*Zea mays*) com três espécies florestais, num total de seis tratamentos: *Caesalpinia velutina*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Leucaena leucocephala*, associadas ao milho e em plantios puros (testemunhas). Ao final do ensaio, não foram encontradas diferenças significativas na sobrevivência das espécies florestais, que variou entre 97% e 100%. O crescimento, por sua vez, foi menor nos tratamentos consorciados, sugerindo que a competição imposta pela cultura intercalar desestimulou um incremento no crescimento da cultura principal, exceto no caso do *Eucalyptus camaldulensis*.

SCHREINER & BALLONI (1986), num experimento para determinar a rentabilidade de consórcios de feijão (*Phaseolus vulgaris*) com *Eucalyptus grandis*, estudaram a influência de três densidades da cultura intercalar (com 167, 200 e 233 mil plantas por hectare). Até 35 meses após a implantação das culturas, os consórcios, além de

não afetarem a sobrevivência do eucalipto, favoreceram o seu crescimento, refletindo em uma produtividade de madeira de, em média, 151 m³/ha, contra 126 m³/ha da testemunha, sem consórcio. Os melhores resultados foram alcançados quando se cultivaram cinco linhas de feijão (200 mil plantas por hectare), espaçadas de 0,50 m.

Em experimento levado a efeito no município de Itapetininga, SP, SCHREINER (1989) estudou a viabilidade do consórcio de soja (*Glycine max*) com *Eucalyptus grandis*, em função de três diferentes densidades populacionais da cultura intercalar: 330, 360 e 400 mil plantas por hectare. Não houve diferença na produção de soja nos diferentes espaçamentos e densidades de plantio utilizados. As alternativas de consórcio não influenciaram também a sobrevivência e a altura do eucalipto. O diâmetro, entretanto, foi favorecido pelo consórcio, notadamente no tratamento onde se utilizaram três e cinco linhas de soja. O volume de madeira, a exemplo do diâmetro, foi maior nos consórcios do que na testemunha.

COUTO *et al.* (1990) estudaram a consorciação de *Eucalyptus grandis* com feijão (*Phaseolus vulgaris*) durante um ciclo da cultura intercalar. Não foram registradas diferenças entre os diâmetros do coleto nos diferentes sistemas, aos 7 e 14 meses. O DAP, contudo, apresentou diferenças significativas, com menor média no plantio exclusivo de eucalipto e com maior no consórcio com três linhas de feijão. A sobrevivência do eucalipto foi afetada nos consórcios com duas e três fileiras de feijão. Embora não tenha havido diferença na produtividade do feijão entre os diferentes sistemas, houve uma elevação da mesma nos sistemas consorciados até a densidade de três fileiras, decrescendo em seguida, o que, na opinião dos autores, pode ser atribuído ao sombreamento provocado pela copa das árvores.

LEIVA & BOREL (1993) investigaram o potencial de três espécies florestais (*Alnus acuminata*, *Eucalyptus globulus* e *Casuarina equisetifolia*) em plantação pura e em sistema *taungya* com milho e feijão. A partir do terceiro ano, o DAP do eucalipto foi maior no sistema consorciado, situação que se inverteu no quarto ano, quando o diâmetro foi maior no sistema sem consórcio. Quanto à *Alnus acuminata*, não foram registradas diferenças para o DAP em ambos os sistemas. Os autores destacam que durante os quatro anos de estudo os tratamentos consorciados

mantiveram valores de altura ligeiramente maiores. A produção das culturas intercalares não foi afetada por *Casuarina equisetifolia*, mas sim por *Eucalyptus globulus* e *Alnus acuminata*, sendo que a produção diminuiu consideravelmente a partir do terceiro ano.

PASSOS *et al.* (1993) estudaram o comportamento do *Eucalyptus grandis* nas situações: a) eucalipto em monocultivo; b) eucalipto em consorciação com duas fileiras de milho e duas de feijão, nas entrelinhas; c) duas fileiras de milho e quatro de feijão; d) três fileiras de milho e seis de feijão e e) consórcio milho versus feijão. Embora tenha havido uma tendência dos tratamentos consorciados apresentarem maior média de DAP, altura e sobrevivência (tomados aos 14 e 25 meses), quando comparados ao monocultivo, não foram registradas diferenças significativas. A maior produtividade de milho foi encontrada nos tratamentos envolvendo três fileiras de milho e seis de feijão e no consórcio do milho com feijão, que não diferiram entre si, mas foram superiores aos demais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido nas Estações Experimentais de Assis e Marília, ambas do Instituto Florestal do Estado de São Paulo.

A Estação Experimental de Assis situa-se a 22°35' de latitude Sul, 50°25' de longitude Oeste, com altitude entre 520 e 580 metros. A Estação Experimental de Marília, por sua vez, localiza-se nas coordenadas geográficas de 22°03' de latitude Sul e 49°55' de longitude Oeste, com altitude média de 440 metros. O clima nos dois locais, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cwa, em que a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C. A precipitação média anual em Assis é de 1328,80 mm e em Marília é de 1129,00 mm. Segundo FREITAS & SILVEIRA (1977) o solo de Assis é do tipo Latossolo Vermelho-escuro Distrófico de textura média, profundo, bem drenado, muito poroso, bastante permeável, ácido e de baixa fertilidade. O de Marília, segundo EMBRAPA (1979) *apud* DURIGAN (1994) é do tipo Podzólico Vermelho-amarelo, Tb, abrupto, Distrófico, A moderado, textura areia/média.

O projeto reúne três ensaios e quatro tipos de consorciação, relacionados a seguir:

- consorciação de *Pinus* com café;
- consorciação de *Pinus* com café e arroz;
- consorciação de *Pinus* com feijão,
- consorciação de *Pinus* com arroz.

3.1 Consorciação de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e Café - PC

As sementes de *Pinus* foram provenientes de matrizes selecionadas para a produção de resina. As mudas de café, da cultivar Catuai vermelho, foram fornecidas pela Seção de Genética do Instituto Agronômico de Campinas (IAC).

O experimento foi instalado na Estação Experimental de Assis, em abril de 1988. A área experimental foi preparada com rolo-faca, seguida de roçada e gradagens. O *Pinus* foi plantado no espaçamento de 3,00 m x 3,00 m, em covas sem adubação ou calagem. As covas de café, no entanto, receberam, com base na análise de solo, 1,5 kg de esterco de galinha, 300 gramas de superfosfato simples e 400 gramas de calcário dolomítico, após o que permaneceram em repouso por 60 dias, conforme recomendação da Seção de Genética do Instituto Agronômico de Campinas. Por ocasião do plantio adicionou-se 1,5 kg de esterco de curral e 2,0 kg de pó-de-serra por cova. Plantaram-se as mudas de café, à razão de duas mudas por cova, também no espaçamento de 3,00 m x 3,00 m, em novembro do mesmo ano. Foram realizadas capinas a cada 30-45 dias, segundo a necessidade.

Foram implantados quatro tratamentos e cinco repetições em parcelas de 540 m² (seis ruas de 10 plantas). A parcela útil constou das quatro ruas e das 8 plantas centrais. O experimento ocupou a área total de 13.464 m², com as bordaduras externas formadas por duas ruas. Descrevem-se a seguir os tratamentos, que envolveram quatro distribuições diferentes de plantas de *Pinus* e café, a saber:

- A - 32 plantas de *Pinus*;
- B - 32 plantas de café;
- C - 16 plantas de café e 16 de *Pinus*, em ruas alternadas,
- D - 16 plantas de café e 16 de *Pinus*, alternadas dentro das ruas.

Foram efetuadas três medições bienais de altura e duas de DAP das árvores de *Pinus* e quatro pesagens das produções do café, expressas em base seca.

3.2 Consorciação de *Pinus elliottii* var. *elliottii* com Café e Arroz - PCA

No ensaio anterior (PC) foram efetuados dois plantios adicionais de arroz, em novembro de 1989 e dezembro de 1990. As colheitas ocorreram em março de 1990 e abril de 1991, quando o *Pinus* tinha a idade de dois e três anos, respectivamente.

Plantaram-se quatro linhas de arroz entre as ruas de *Pinus* e/ou café, espaçadas em 0,5 m (133.000 plantas/ha). Foram realizadas duas pesagens de arroz, expressas em base seca.

3.3 Consorciação de *Pinus caribaea* var. *caribaea* e Feijão - PF

O ensaio foi instalado na Estação Experimental de Marília, sendo utilizada a cultivar de feijão Carioquinha.

O plantio de *Pinus* ocorreu em setembro de 1986. Em março de 1987, foi efetuada a roçada das entrelinhas, bem como uma aração e duas gradagens niveladoras. Foram aplicados, por hectare, de acordo com a análise do solo, 1 tonelada de calcário, 190 kg de superfosfato triplo e 33 kg de cloreto de potássio. O plantio de feijão foi feito no mesmo mês. Vinte e cinco dias após a emergência das plântulas, procedeu-se à operação de amontoa nos pés de feijão. Realizou-se uma adubação em cobertura utilizando-se 150 kg/ha de sulfato de amônio. Foram realizadas, ainda, duas aplicações de Tamaron BR, como medida de controle preventivo da mosca branca (*Bemisia tabaci*). A colheita foi feita em junho de 1987.

Em fevereiro de 1988, foi realizado novo plantio de feijão, utilizando a mesma técnica do plantio anterior, com colheita em maio.

Os tratamentos, que envolveram plantios puros da espécie florestal e consórcio com feijão entre as ruas de *Pinus*, são descritos a seguir:

- **A** - só *Pinus* (sem feijão);
- **B** - *Pinus* e feijão: 6 linhas (0,40 m x 0,10 m - 200.000 plantas/ha);
- **C** - *Pinus* e feijão: 5 linhas (0,50 m x 0,10 m - 167.000 plantas/ha);
- **D** - *Pinus* e feijão: 4 linhas (0,60 m x 0,10 m - 133.000 plantas/ha);
- **E** - *Pinus* e feijão: 3 linhas (0,70 m x 0,10 m - 100.000 plantas/ha).

O espaçamento de *Pinus* foi de 3,00 m entre ruas e 1,70 m entre plantas. A área útil da parcela contou com 30 plantas de *Pinus* dispostas em três ruas (153 m²), com 1 linha de bordadura. O plantio de feijão foi conduzido por dois anos consecutivos. O experimento ocupou uma área total de 7.956 m².

Foram feitas duas medições anuais de altura de *Pinus* e duas colheitas da cultura do feijão.

3.4 Consorciação de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e Arroz - PA

O ensaio foi instalado na Estação Experimental de Assis, em blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições. A cultivar de arroz utilizada foi a IAC-165.

A área experimental foi preparada com duas gradagens pesadas, seguidas de duas gradagens niveladoras, sendo aplicados, por hectare, de acordo com a análise de solo, 50 kg de sulfato de amônio, 150 kg de superfosfato triplo e 66,7 kg de cloreto de potássio, além de 66,7 kg de uréia em cobertura. Foram realizadas, ainda, as capinas necessárias. O plantio das mudas de *Pinus*, no espaçamento de 3,00 m x 1,70 m, e a semeadura da primeira safra do arroz, à razão de 35 kg/ha, foram feitas em novembro de 1987. A colheita do arroz ocorreu em março.

Os tratamentos, constituídos do plantio puro da espécie florestal e consorciação com arroz entre as ruas de *Pinus*, foram os seguintes:

- **A** - testemunha: só *Pinus*;
- **B** - *Pinus* e arroz: 5 linhas (0,50 m x 0,10 m - 167.000 plantas/ha);
- **C** - *Pinus* e arroz: 4 linhas (0,60 m x 0,10 m - 133.000 plantas/ha);
- **D** - *Pinus* e arroz: 3 linhas (0,75 m x 0,10 m - 100.000 plantas/ha).

As parcelas consistiram de 49 plantas de *Pinus* (7 x 7), ocupando 249,90 m², sendo 25 plantas úteis (5 x 5), numa área de 127,50 m². A bordadura externa do experimento foi formada por três ruas de *Pinus*.

Foram anotados os dados de produção de três safras de arroz e uma medição de altura das árvores de *Pinus*.

Todos os ensaios descritos foram instalados sob delimitação de blocos casualizados, conforme PIMENTEL-GOMES (1987).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de altura e DAP de *Pinus* nas três consorciações, em todas as idades analisadas, e os resultados do teste Duncan, encontram-se na TABELA 1.

Pela TABELA 1 nota-se que não houve diferença significativa nas medições dendrométricas de *Pinus* por efeito dos diversos consórcios. O *Pinus*, até a idade de um ano e meio (em consórcio com feijão), três anos (em associação com arroz) e cinco anos (com café) manteve seu ritmo de crescimento.

Observa-se, no entanto, que o *Pinus* aos três anos de idade, em associação com café em plantas alternadas (tratamento D), teve um crescimento 6,2% superior em altura e 12,3% superior em DAP em relação ao plantio puro (tratamento A). Os coeficientes de variação indicam uma boa precisão dos experimentos.

Tais resultados são comparáveis àqueles alcançados por SCHREINER & BAGGIO (1984) com *Pinus taeda*, PASSOS *et al.* (1983) e MARTÍNEZ & VARGAS (1985) com diversas espécies florestais. Em consórcios de outras espécies florestais com milho, no entanto, COMBE (1981), SCHREINER (1982), DETLEFSEN (1985) e LEIVA & BOREL (1993) notaram redução no crescimento em altura.

Os resultados referentes a associações de *Pinus* com feijão e arroz (culturas de menor porte) estão de acordo com aqueles de BAGGIO *et al.* (1982) e PASSOS *et al.* (1983), obtidos aos 25 meses. Já SCHREINER & BALLONI (1986), SCHREINER (1989) e COUTO *et al.* (1990) relataram melhor desenvolvimento da espécie florestal em consórcio com feijão e soja.

TABELA 1 - Médias de altura (m) e DAP (cm) de *Pinus*, resultados do teste de Duncan e coeficientes de variação experimental (CV%) do experimento PC.

EXPERIMENTOS	TRATAMENTOS	VARIÁVEIS/IDADES					
		ALTURA (m)				DAP (cm)	
		0,5	1,5	3,0	5,0	3,0	5,0
<i>Pinus</i> e café	A - só <i>Pinus</i>		0,62a	2,61a	4,02a	4,58a	7,30a
	C - ruas alternadas		0,59a	2,76a	4,09a	4,92a	7,78a
	D - árvores alternadas		0,62a	2,66a	4,27a	4,76a	8,20a
	CV%		10,95	7,35	6,37	11,94	12,73
<i>Pinus</i> e feijão	A - só <i>Pinus</i>	0,47a	1,95a				
	B - feijão: 6 linhas	0,46a	1,99a				
	C - feijão: 5 linhas	0,42a	1,87a				
	D - feijão: 4 linhas	0,47a	1,88a				
	E - feijão: 3 linhas	0,46a	1,90a				
	CV%	14,40	12,91				
<i>Pinus</i> e arroz	A - só <i>Pinus</i>			0,83a			
	B - arroz: 5 linhas			0,90a			
	C - arroz: 4 linhas			0,91a			
	D - arroz: 3 linhas			0,81a			
	CV%			17,37			

Obs.: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Esta discrepância de resultados pode ser atribuída à espécie florestal utilizada por estes autores, o *Eucalyptus grandis*, de desenvolvimento bem mais rápido que o *Pinus*, beneficiando-se, assim, rapidamente com a adubação das culturas e com a

liberação do nitrogênio proporcionada pelas leguminosas.

Os dados de produção de café (quatro safras agrícolas consecutivas) e arroz (duas safras) expressos em base seca, podem ser visualizados na TABELA 2.

TABELA 2 - Produções de café (kg/meses cova) e de arroz (kg/ha) expressos em base seca, resultados do teste de Duncan e coeficientes de variação experimental (CV%) dos experimentos PC e PCA.

EXPERIMENTOS	TRATAMENTOS	VARIÁVEIS/ANOS				
		PESO SECO (kg/cova)				
		1990	1991	1992	1993	1994
<i>Pinus</i> e café	B - só café		0,44a	1,58a,b	1,93a	1,08a
	C - ruas alternadas		0,49a	2,26a	1,16a	0,99a
	D - árvores alternadas		0,50a	1,16 b	1,23a	0,69a
	CV%		56,27	37,93	40,07	44,29
<i>Pinus</i> , café e arroz		PESO SECO (kg/ha)				
		A - só <i>Pinus</i>	393	53 c		
		B - só café	1553a	456a		
		C - ruas alternadas	1080 b	247 b		
		D - árvores alternadas	1130 b	219 b		
		CV%	21,39	26,66		

Obs.: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores analisados e apresentados na TABELA 2 foram nivelados para o mesmo número de covas de café, visando permitir a comparação de produção por cova. Não foram encontradas diferenças significativas nos dados de produção de café, com exceção da segunda safra, quando a associação em ruas alternadas produziu cerca de 43% a mais que o plantio puro e foi quase duas vezes a produção do consórcio com plantas alternadas nas ruas. Observa-se, contudo, que o plantio puro de café, nos dois últimos anos de avaliação, alcançou uma produção superior em 61,7% e 28,6%, em relação às médias dos tratamentos consorciados.

Segundo o IEA (1990) a produção média para a região é de 22,8 sacas de 40 kg de café em coco/1000 pés. No presente experimento as produções das segunda e terceira safras estiveram acima da média regional, com valores médios de: 33 e 36 sacas/1000 pés, respectivamente.

Observam-se, para este ensaio, altos valores de coeficiente de variação experimental, explicado em consultas com pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas por se tratar de cultura implantada imediatamente após a retirada da vegetação de cerrado. O solo, por essa ocasião, apresentar-se-ia bastante heterogêneo quanto à fertilidade, o que não pôde ser detectado pelo tipo de amostragem efetuado.

Foram registradas diferenças significativas nos dados de produção de arroz deste experimento. A maior produção foi obtida no tratamento B (só café), seguido dos tratamentos C e D (consorciação *Pinus* com café). No tratamento A, onde se conduziu o plantio puro de *Pinus*, nota-se uma produção pronunciadamente menor, o que provavelmente se deve ao efeito do sombreamento das árvores de *Pinus* sobre a cultura intercalar, concordando com os resultados obtidos por COUTO *et al.* (1990) em ensaio de consorciação de *Eucalyptus grandis* com feijão. Nos tratamentos C e D a produção foi semelhante, indicando que a distribuição das plantas de *Pinus* e café, seja em ruas alternadas ou em plantas alternadas dentro de uma mesma rua, não influencia a produção do arroz. A maior produção obtida no tratamento B (1553 kg/ha), reforça a idéia de que o sombreamento foi responsável pela menor produção no tratamento I, já que, sob o cultivo exclusivo de café, o sombreamento promovido por estas plantas

é menor, obviamente por serem elas de menor porte que as plantas de *Pinus*.

Observa-se também, pela TABELA 2, um forte decréscimo da produção de arroz do primeiro para o segundo ano, provavelmente devido em parte ao sombreamento e em parte ao maior aproveitamento, na primeira safra, dos fertilizantes aplicados no café.

Ressalta-se que, na primeira safra, a produção de arroz com exceção do tratamento A (consórcio arroz x *Pinus*) foi comparável à média da região, 1861 kg/ha, segundo o IEA (1990), considerando-se que a área plantada com arroz foi cerca de dois terços da área do consórcio.

Os resultados de produção de feijão e arroz consorciados com *Pinus* referentes aos experimentos PF e PA aparecem na TABELA 3.

Pela análise dos dados de produção de feijão do experimento de consorciação entre esta cultura e *Pinus* (TABELA 3), verifica-se haver maior produção de feijão quando cultivado em quatro ou cinco linhas (133 e 167 mil plantas/ha) na primeira safra e em três ou quatro linhas (100 e 133 mil plantas/ha) na segunda.

Os resultados permitem supor que, na primeira safra, o efeito de sombreamento de *Pinus* ainda não se fazia sentir, podendo-se atribuir as menores produções dos tratamentos com seis e três linhas de feijão, à alta competição e à baixa densidade de plantas por área, respectivamente. Já, na segunda safra, com o *Pinus* mais alto, as menores densidades de plantas de feijão por área, teriam determinado maiores produções, pois sofreriam menos o efeito de sombreamento.

As conclusões de COUTO *et al.* (1990) confirmam aqueles resultados, enquanto BAGGIO *et al.* (1982) não registraram diferenças significativas para produção de feijão e soja, consorciados com erva-mate e *Eucalyptus grandis*, respectivamente.

A produção de feijão decresceu sensivelmente da primeira para a segunda safra, confirmando a hipótese de efeito do sombreamento. Na primeira safra, a produção de feijão, principalmente no plantio de quatro linhas entre as ruas de *Pinus*, foi comparável à média da região (835 kg/ha) conforme IEA (1990) considerando que a área plantada com feijão, nesse tratamento, foi cerca de 80% da área do consórcio.

TABELA 3 - Produções de feijão (kg/ha) e de arroz (kg/ha) expressos em base seca, resultados do teste de Duncan e coeficientes de variação experimental (CV%) dos experimentos PF e PA.

EXPERIMENTOS	TRATAMENTOS	VARIÁVEIS/ANOS			
		PESO SECO (kg/ha)			
		1987	1988	1989	1990
<i>Pinus</i> e feijão	B - 6 linhas de feijão	376 b	102 b		
	C - 5 linhas de feijão	494a,b	112 b		
	D - 4 linhas de feijão	623a	165a,b		
	E - 3 linhas de feijão	388 b	191a		
	CV%	26,77	28,40		
<i>Pinus</i> e arroz	B - 5 linhas de arroz		2252a	1178a	752a
	C - 4 linhas de arroz		2214a	1297a	767a
	D - 3 linhas de arroz		1694 b	966 b	465a
	CV%		14,95	9,01	32,55

Obs.: médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Com exceção da última safra, foram registradas diferenças significativas entre as produções do arroz nas diferentes densidades de plantio desta cultura, com menores valores para o consórcio com três linhas de arroz. Na terceira safra houve uma redução de 64%, neste tratamento, em relação à média dos outros dois. Por estes resultados, pode-se recomendar o plantio de cinco linhas de arroz (167.000 plantas/ha), para obtenção de maior cobertura do solo ou quatro linhas (133.000 plantas/ha) visando a economia da implantação. Também para o arroz, fica clara a influência do sombreamento, no tratamento mais adensado que apresenta produção similar àquele com quatro linhas. No plantio de três linhas, no entanto, houve produções sensivelmente menores. Também neste caso, as produções decresceram da primeira para a última safra.

SCHREINER (1982) obteve, para milho em consórcio com erva-mate, resultados não muito diferentes, já que não houve diferença significativa nas produções de milho com 40, 53 e 67 mil plantas/ha. Resultado semelhante obtiveram MARTÍNEZ & VARGAS (1985) com milho consorciado com três espécies florestais.

Nota-se na TABELA 3, decréscimo da produção de arroz, da primeira para a última safra, possivelmente como resultado do maior sombreamento. As duas primeiras safras tiveram produções próximas à média regional de 1861 kg/ha,

conforme IEA (1990), lembrando que a área plantada com arroz foi de 75% a 83% da área total do consórcio.

Ademais, cumpre destacar que todas as espécies de *Pinus* envolvidas nos diferentes ensaios não sofreram influência dos consórcios. No caso do experimento PC, em particular, pôde-se constatar, através de análises visuais, que as plantas de café conduzidas sob consórcio apresentaram nítida vantagem em relação àquelas do plantio puro. Isto se deve à proteção à cultura intercalar proporcionada pelo *Pinus*, o que ficou evidenciado pelo maior vigor das plantas, já que as condições microclimáticas local reduziram a incidência de ervas daninhas, pragas e doenças, além da proteção da cultura contra ventos fortes. Outro fato que merece destaque é o de que as plantas consorciadas de café sofreram efeito mínimo das geadas ocorridas durante o período de experimentação, mantendo-se vigorosas, enquanto no plantio puro de café as plantas foram bastante prejudicadas em sua totalidade.

Quanto ao ensaio PF, pode-se recomendar o plantio de quatro ou cinco linhas de feijão, entre as ruas de *Pinus*, no primeiro ano e três ou quatro no segundo ano.

A grande vantagem da agrossilvicultura é oferecer possibilidade de retorno econômico através das culturas intercalares, além de eliminar a necessidade de capinas nos primeiros anos de implantação dos povoamentos florestais.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados das diferentes consorciações entre *Pinus* e café, arroz e feijão, e sob as condições nas quais foram obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

- a densidade populacional de arroz e feijão não exerce influência sobre o crescimento de *Pinus*, em altura e DAP;
- o crescimento de *Pinus* em altura e DAP não foi afetado pelo consórcio com a cultura de café;
- as maiores produções de arroz ocorreram nos plantios mais adensados: 167 e 133 mil plantas por ha;
- com relação ao feijão, no primeiro ano do reflorestamento, apresentou melhores resultados para plantios com 167 e 133 mil plantas/ha. No segundo ano, os plantios menos densos (133 e 100 mil plantas/ha) apresentaram produções mais expressivas;
- as recomendações para cultivo de arroz e feijão entre ruas de *Pinus* deve ser condicionada à análise da relação benefício/custo estabelecida em função do nível tecnológico de cada produtor;
- o plantio de café em consorciação com *Pinus* em plantas alternadas foi a opção mais indicada quando da associação entre estas duas culturas; as diferentes distribuições da cultura intercalar não tiveram efeito sobre sua produção, sendo o café favorecido pela associação, em virtude de *Pinus* propiciar uma boa proteção contra ventos, geadas e incidência de ervas daninhas, e
- quando se associam plantios de *Pinus*, café e arroz, há maior produção de arroz no consórcio entre as espécies agrícolas.

6 AGRADECIMENTO

Ao PqC Valdir Marques da Costa, da Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas, pela cessão das mudas de café e orientações referentes à condução da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGGIO, A. J. *et al.* 1982. Consorciação das culturas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hilarie) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Paraná. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, 2(04):75-90.
- COMBE, J. 1984. Sistema Taungya en el CATIE, Turrialba, Costa Rica: *Terminalia ivorensis* con cultivos anuales y perennes. In: Agroforesteria, Seminario realizado en CATIE, Turrialba - Costa Rica, 23 de fevereiro a 08 de março de 1981. *Actas...* HEUVELDOP, J. & LAGEMANN, J. (eds.) Turrialba - Costa Rica, CATIE - Departamento de Recursos Naturales Renovables. p. 62-64. (Série Técnica. Boletín Técnico, 14)
- COUTO, L. *et al.* 1990. Consorciação de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden com cultura agrícola anual no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão - SP, set. 22-27, 1990. *Anais...* São Paulo, SBS/SBEF. v. 3. p. 256-259.
- DETLEFSEN, G. 1985. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (*Zea mays* L.) en la Maquina, Suchitepéques, Guatemala. In: SISTEMAS AGROFORESTALES. MEMORIA DE LOS CURSOS DICTADOS EN AMATITLAN, GUATEMALA, 1983/1984. Amatitlan - Guatemala, CATIE/INF. p. 100-108.
- DURIGAN, G. 1994. Florística, fitossociologia e produção de folheto em matas ciliares da região oeste do Estado de São Paulo. Campinas, IB-UNICAMP. 149p. (Tese de Doutorado)
- FAO. 1978. *Actividades forestales en el desarrollo de las comunidades locales*. Roma, FAO. 114p. (Forestry Paper, 07)
- FREITAS, F. G. & SILVEIRA, C. O. 1977. Principais solos sob a vegetação de cerrado e sua aptidão agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 4, Brasília - DF, jun. 21-25, 1976. São Paulo, Editora da USP. p. 155-194.
- IEA (Instituto de Economia Agrícola). 1990. *Informações Econômicas*, São Paulo, 20(2):39-54.
- LEIVA, J. M. & BOREL, R. 1993. Evaluación de tres especies forestales en plantaciones pura y sistema taungya: crecimiento de los árboles y producción de los cultivos.

- Revista Forestal Centroamericana*, Turrialba, 4(2):15-20.
- MARTÍNEZ, H. H. A. & VARGAS, H. 1985. Comportamiento inicial de tres leguminosas plantadas para producción de forraje y leña, asociadas inicialmente com maiz, em la Nueva Concepcion, Guatemala. In: SISTEMAS AGROFORESTALES. MEMORIA DE LOS CURSOS DICTADOS EM AMATITLAN, GUATEMALA, Amatitlan, 1983. Amatitlan - Guatemala, CATIE/INF. p. 114-121.
- PASSOS, C. A. M.; COUTO, L. & FERNANDES, E. N. 1993. Comportamento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden consorciado com milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 / CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba-PR, set. 19-24, 1993. *Anais...* São Paulo, SBS/SBEF. v. 1. p. 270-273.
- PIMENTEL-GOMES, F. 1987. *Curso de estatística experimental*. 12ed. São Paulo, Nobel. 466p.
- SCHREINER, H. G. 1982. Consórcio das culturas de erva-mate e milho. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão-SP, set. 12-18, 1982. *Anais... Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16A:812-813. Pt. 2. (Edição Especial)
- SCHREINER, H. G. & BAGGIO, A. J. 1984. Culturas intercalares de milho (*Zea mays*) em reflorestamento com *Pinus taeda* L. no Sul do Paraná. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, 8/9:26-49.
- SCHREINER, H. G. & BALLONI, E. A. 1986. Consórcio das culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) no Sudeste do Brasil. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, 12:83-104.
- SCHREINER, H. G. 1989. Culturas intercalares de soja em reflorestamento de eucaliptos no Sul-Sudeste do Brasil. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, 18/19:1-10.

LEVANTAMENTO SEMIDETALHADO DE SOLOS NA MICROBACIA ÁGUA DA CACHOEIRA VISANDO A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL¹

Arthur Francisco MARQUES²
Célia Regina Lopes ZIMBACK³
Shinji KANECO⁴

RESUMO

O objetivo principal do presente trabalho constou da caracterização dos solos ocorrentes na bacia do riacho Água da Cachoeira. A área de estudo está localizada em Paraguaçu Paulista, Estado de São Paulo, no Planalto Ocidental Paulista, com clima Cwa da classificação de Köppen, mesotérmico de inverno seco, vegetação natural local de floresta tropical subcaducifolia e cerrados tropicais, relevo de suave a ondulado, com material aflorante pertencente ao Grupo Bauru, formações Adamantina e Marília, e depósitos sedimentares do Quaternário. Pela caracterização química, física e morfológica, os solos foram subdivididos em cinco unidades de mapeamento: Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (LEd), Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico (PVD), Podzólico Vermelho-amarelo Eutrófico (PVe), Gleí Pouco Húmico Distrófico (HGPd) e Solo Aluvial Distrófico Epieutrófico (Ad). Conclui-se que: os latossolos vermelho-escuros não apresentam restrições ao uso, estando aptos para a exploração com culturas anuais, perenes, pastagem e reflorestamento, recomendando-se práticas simples de manejo do solo; os solos podzólicos apresentam grandes restrições ao uso intensivo, devido à grande erodibilidade destes, possuindo aptidão moderada para culturas perenes e pastagens, recomendando-se o seu uso com reflorestamento e área de preservação ambiental; os solos gleí pouco húmicos, por possuírem riscos de inundações, são indicados apenas para a recomposição da mata ciliar, com espécies florestais resistentes à baixa concentração de oxigênio nas raízes e os solos aluviais são recomendados, apenas para a recomposição da mata ciliar.

Palavras-chave: levantamento de solos; manejo de solos; unidade de mapeamento; gênese de solos.

1 INTRODUÇÃO

A região oeste do Estado de São Paulo, mais especificamente a de Paraguaçu Paulista, muito próxima à centros consumidores de São

ABSTRACT

The aim of this work was the soil characterization occurring in "Água da Cachoeira" little hydrographical basin, creek supply Paraguaçu Paulista town. The area of study is located Paraguaçu Paulista municipality, São Paulo State, Brazil, in the Occidental Plateau of São Paulo, with tropical forest vegetation and cerrado, and the prevailing regional climate is Cwa type Köppen, identified as dry winter mesothermic. This area is represented as Quaternary superficial sediments and Bauru Sandstones group, Marília and Adamantina formations. The five soil mapping units found were: Dystrophic Dark-Red Latosols, medium texture (Ferrie acrothox); Eutrophic Red-Yellow Podzolic Soil, sandy/medium texture (Abruptic Paleudalfs); Dystrophic Red-yellow Podzolic Soils, sandy/medium texture (Abruptic Paleudalfs); Dystrophic Low Humic Gley Soils, sandy texture (Arenic Haplaquepts) and Eutrophic Alluvial Soils, sandy texture (Arenic Eutrochrepts). The analysis and interpretation of the results permitted the following conclusions: the latosols don't present limitation to intensive use with simple practices of the tillage soil; the podzolic soils have high erosivity, presenting limitation to use, commended oneself to make use with forest and environment recover area; the gley soils, at the risk of overflowing, are indicated to recover of the environment and the alluvial soils are recommended only to recomposition of the native forest.

Key words: soil mapping; soil tillage; soil mapping units; soil genesis.

Paulo, e também dos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, tem seus solos sob cultivo intensivo, tornando-se bastante urgente a realização de estudos básicos, para que os mesmos possam suportar uma agricultura desenvolvida,

(1) Trabalho realizado pelo Convênio IF/JICA. Aceito para publicação em novembro de 1996.

(2) Instituto Florestal, Estação Experimental "João José Galhardo", Caixa Postal 233, 19700-000, Paraguaçu Paulista, SP, Brasil.

(3) Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Ciência do Solo, UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.

(4) Forestry and Forest Products Research Institute, 612 Momoyama, Fushimi, Kyoto, Japan.

sem que haja um desgaste significativo do meio ambiente. E mesmo nas áreas já degradadas, há a necessidade de estudos mais aprofundados das características e propriedades dos solos, para a definição de práticas de manejo adequadas, visando a previsão de comportamento destes quanto ao emprego de técnicas de controle da erosão e recuperação das áreas.

Nesta região, as chuvas são muito mal distribuídas, ocorrendo o total da precipitação em pouco mais de três meses, tornando os trabalhos de conservação dos solos imprescindíveis e com adoção de técnicas muito especiais.

As terras drenadas pelo riacho Água da Cachoeira e seus afluentes, nascente do manancial que abastece a cidade de Paraguaçu Paulista, área típica do oeste paulista, encontra-se sob processo erosivo intenso. O objetivo principal do presente trabalho constou da caracterização dos solos ocorrentes na bacia, base para projetos de uso e manejo dos solos, contemplados pelo Convênio JICA/IF.

1.1 Caracterização do Meio Físico

A microbacia do riacho Água da Cachoeira localiza-se ao norte do município de Paraguaçu Paulista-SP, a 22°30' de latitude Sul e 50°37' de longitude WGr., no Planalto Ocidental Brasileiro (ALMEIDA, 1964). Situa-se entre os paralelos de 22°15' e 22°23' de latitude Sul e entre os meridianos de 50°05' e 50°11' de longitude Oeste Gr. (IBGE, 1979).

O clima é caracterizado, segundo a classificação de Köppen, como Cwa, mesotérmico de inverno seco com temperatura média anual, a 50 cm de profundidade, maior que 22°C e a amplitude térmica, entre o verão e o inverno maior que 5°C, sendo classificado como hipertérmico. A precipitação média anual é de 1254 mm e déficits hídricos nos meses mais secos, de 44 mm (PESSOA, 1985) sendo classificado como regime údico, segundo critérios do SOIL SURVEY STAFF (1975).

A vegetação natural local consta de floresta tropical subcaducifólia e cerrados tropicais, sendo que presentemente existem apenas pequenos maciços remanescentes nas encostas íngremes ou em galerias margeando os cursos d'água (BRASIL-CNPA, 1960, AB'SABER, 1972 e IBGE, 1977). Apresenta relevo de suave ondulado a ondulado,

com vertentes convexas e côncavas e rampas de média a curtas (MEZZALIRA, 1974).

Na região, de acordo com IPT (1981), o material aflorante pertence ao Grupo Bauru, sendo que dele apenas emergem as formações Adamantina e Marília, e depósitos sedimentares do Quaternário, margeando os cursos d'água. A Formação Adamantina é constituída predominantemente de arenitos argilosos, com ocorrência subordinada de siltitos arenosos. Segundo PETRI & FÚLFARO (1983), a Formação Marília é constituída por arenitos médios a finos, com pelotas de argila e nódulos carbonáticos, e presença de linhas de seixos que, segundo RUHE (1959) indica descontinuidade litológica do perfil. Os depósitos recentes do Quaternário apresentam-se com cascalheiras lenticulares com seixos e arenitos grosseiros (IPT, 1981).

Alguns autores, como MONIZ & CARVALHO (1973), ARID *et al.* (1975), KOFFLER (1976), LEPSCH *et al.* (1977), QUEIROZ NETO *et al.* (1977), POLITANO (1980), JIMENEZ RUEDA (1985), BONGIOVANI (1990) e ZIMBACK (1991 e 1993), estudaram a gênese e caracterização dos solos da região, derivados de arenitos do Grupo Bauru, constatando o predomínio de solos podzólicos vermelho-amarelos e latossolos vermelho-escuros.

De acordo com BRASIL (1960), ocorrem na área selecionada as seguintes classes de solos: Solos Podzolizados de Lins e Marília, variação Lins e variação Marília, Litossolos substrato arenito calcário e Solos aluviais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Método de Campo e de Escritório

Utilizando-se de fotografias aéreas do levantamento de 1984, escala 1:35.000, e do método de fotoanálise combinada dos elementos proposto por LUEDER (1959) e STRAHLER (1952), e posterior verificação no campo, foram delimitadas as unidades de mapeamento segundo EMBRAPA (1979b, 1988a e 1988b) e, em cada uma delas foram abertas trincheiras, das quais foram coletadas amostras de cada horizonte presente. As descrições morfológicas foram efetuadas segundo LEMOS & SANTOS (1984).

2.2 Métodos de Laboratório

Nas análises químicas foram determinando pH, matéria orgânica, cálcio, magnésio, potássio, alumínio trocável, hidrogênio+alumínio e fósforo assimilável, pelos métodos descritos por RAIJ *et al.* (1987). A granulometria e a densidade das partículas foram determinadas segundo EMBRAPA (1979a) e a densidade do solo conforme descrito por BLACK (1965).

De posse dos resultados das análises morfológicas, químicas e físicas, foram estabelecidas as unidades de mapeamento com as respectivas classificações taxonômicas em conformidade com os critérios propostos por EMBRAPA (1988a e 1988b), LEPSCH & OLIVEIRA (1987) e OLIVEIRA *et al.* (1992). O levantamento semidetalhado dos solos contidos na bacia, com a respectiva representação cartográfica, foi elaborado segundo EMBRAPA (1979b) e OLMOS (1981).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Gênese e Classificação dos Solos

Pela caracterização química, física e morfológica os solos foram subdivididos em cinco unidades de mapeamento (FIGURA 1): Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico (LEd), Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico (PVd), Podzólico Vermelho-amarelo Eutrófico (PVe), Glei Pouco Húmico Distrófico (HGPd) e Solo Aluvial Distrófico Epieutrófico (Ad).

Os latossolos ocorrem em terras altas, no divisor de águas, na maior parte da bacia. Com grande profundidade efetiva, apresentam erosão laminar e em sulcos e vegetação primária de cerrados, são bem drenados e formados a partir de rochas da Formação Adamantina.

Os solos podzólicos encontram-se localizados nas partes médias das vertentes, com relevo de suave ondulado a ondulado, sendo moderadamente drenados. Os solos podzólicos distróficos são formados a partir de sedimentos da Formação Adamantina e os eutróficos, com mudança textural abrupta e mais declivosos, são oriundos da Formação Marília, apresentando erosões laminar, em sulcos e subterrânea não estabilizadas.

Os solos glei pouco húmicos localizam-se nos finais das vertentes, com lençol freático próximo à superfície, gleização evidente e erosões subterrâneas estabilizadas.

Os solos aluviais margeiam os cursos d'água, aumentando em extensão próximo à foz do riacho. Estão em relevo plano, formados a partir de sedimentos recentes, com erosão não aparente e apresentando riscos de inundações frequentes.

A caracterização química e física das unidades de mapeamento está apresentado na TABELA 1.

Pelas análises morfológicas, os perfis apresentam horizontes superficiais A moderado, possuindo cores de claras a médias e estruturação de média a fraca.

Os perfis das unidades de mapeamento PVe e PVd apresentam horizontes subsuperficiais B textural, com grande desenvolvimento da estrutura em blocos subangulares, não apresentando cerosidade. Os solos podzólicos apresentam linha de seixos rolados, sugerindo a presença de descontinuidade litológica (RHUE, 1959). Apresentam gradiente textural, com mudança textural abrupta, sendo o acréscimo de mais do dobro do teor de argila em distância muitas vezes menor que 5 cm, com horizonte superficial arenoso e B textural de textura média.

A unidade HGPd mostra evidências marcantes de gleização, com tons variados de cinza e presença de lençol freático muito próximo à superfície.

Os perfis da unidade Ad exibem uma seqüência de camadas arenosas de cores diferentes e claras, com transição abrupta entre elas, apresentando evidências claras de deposição coluvial e aluvial.

Os solos podzólicos apresentam-se bastante profundos, de moderadamente a mal drenados, com presença de erosões subterrâneas frequentes e profundas, não estabilizadas, e erosão laminar intensa.

Pelas análises granulométricas dos solos podzólicos, observa-se que os horizontes B texturais possuem textura média, com os demais apresentando textura arenosa. As densidades das partículas, mostram pequenas variações, com valores próximos a $2,65 \text{ kg.m}^{-3}$ e as densidades do solo aumentam com a profundidade, de modo que a porosidade total decresce a partir da superfície para os horizontes mais profundos.

MARQUES, A. F.; ZIMBACK, C. R. L. & KANECO, S. Levantamento semidetalhado de solos na microbacia Água da Cachoeira visando a recuperação ambiental.

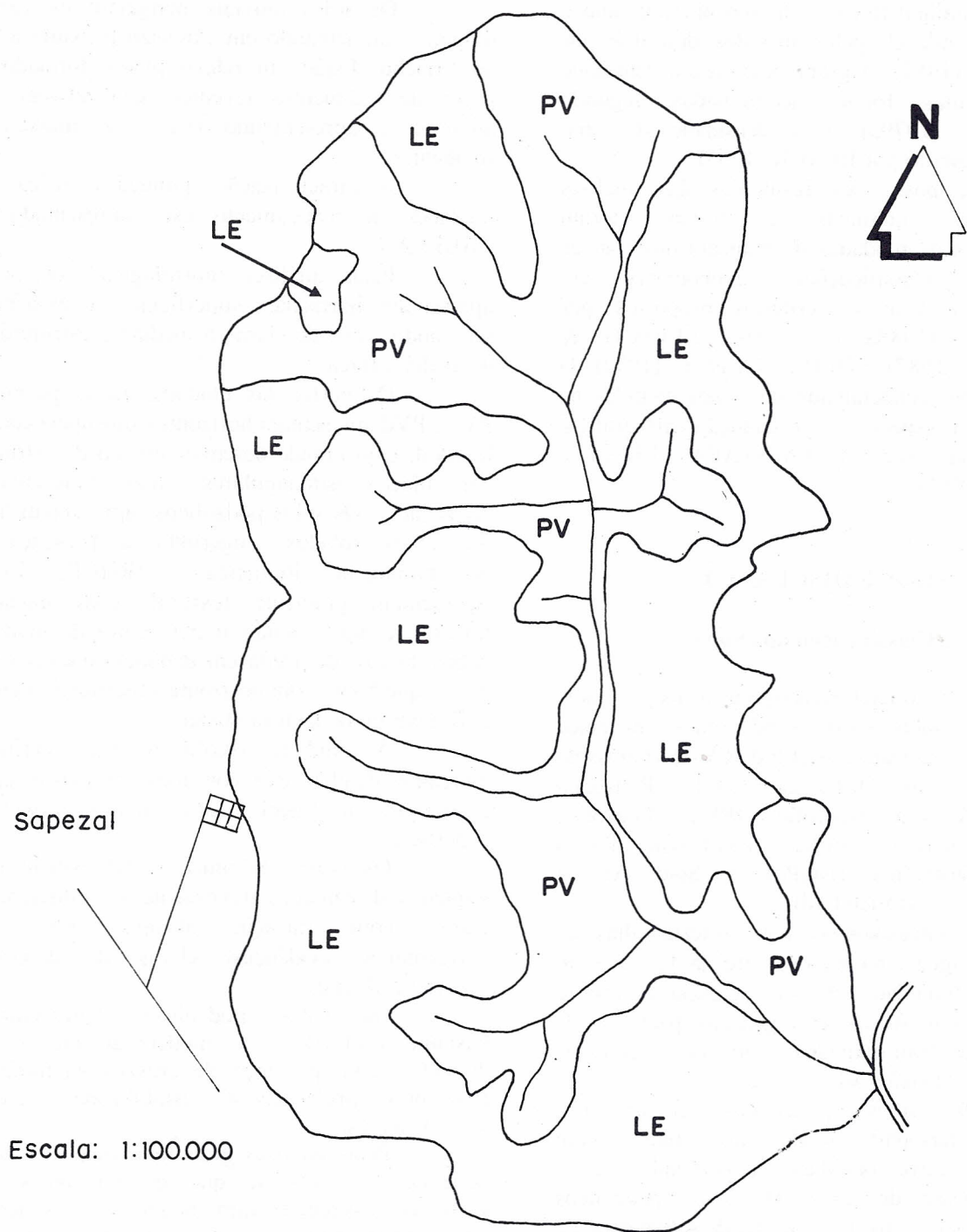


FIGURA 1 - Mapa de solos da Bacia Água da Cachoeira.

MARQUES, A. F.; ZIMBACK, C. R. L. & KANECO, S. Levantamento semidetalhado de solos na microbacia Água da Cachoeira visando a recuperação ambiental.

TABELA 1 - Propriedades químicas e físicas dos solos estudados.

Horiz.	Prof. cm	pH	M.O. kg.m ⁻³	CTC cmol _c .kg ⁻¹	V %	P mg.kg ⁻¹	granulometria		densid. kg.m ⁻³
							% areia	% argila	
Perfil 1 - Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico									
Ap	0-5	3,7	19	7,0	13	6	80	18	1,50
AB	5-30	3,8	10	5,0	24	2	79	18	1,60
BA	30-65	3,8	8	4,7	24	4	77	19	1,58
Bw1	65-110	3,8	5	3,7	22	2	77	21	1,58
Bw2	110-180+	3,9	5	3,3	31	2	76	22	1,58
Perfil 2 - Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico									
Ap	0-15	4,5	7	2,3	40	5	90	3	1,90
E	15-45	4,4	3	2,4	35	5	86	7	1,91
Bt1	45-85	4,3	8	3,0	27	6	73	27	1,90
Bt2	85-120	4,2	4	3,2	23	7	77	21	1,90
C1	120-130+	4,1	3	3,0	26	7	78	17	1,90
Perfil 3 - Podzólico Vermelho-amarelo Eutrófico									
Ap	0-25	4,7	11	3,3	41	4	93	7	1,90
E	25-40	5,0	13	4,1	54	4	89	7	1,80
Bt1	40-100	5,2	3	2,9	62	4	79	16	1,80
Bt2	100-160	5,3	3	2,9	58	5	79	16	1,80
Bt3	160-180	5,1	2	2,8	52	5	80	15	1,80
C1	180-200+	5,2	3	3,5	62	5	74	17	1,80
Perfil 4 - Glei Pouco Húmico Distrófico									
Ap	0-10	3,7	35	7,7	12	3	80	7	1,20
AC	10-25	3,8	25	2,3	22	2	85	5	1,80
C1	25-70	3,8	11	2,6	27	2	84	9	1,80
C2	70-90	3,6	5	3,0	29	1	73	16	1,80
C3	90-100+	3,6	13	7,6	26	1	73	24	1,80
Perfil 5 - Solo Aluvial Distrófico Epieutrófico									
A1	0-13	6,0	9	3,0	70	5	92	4	1,90
C1	13-15	5,0	4	2,4	51	3	97	1	1,90
2C2	15-25	4,6	25	5,3	38	5	61	19	1,70
3C3	25-30	4,2	5	2,7	30	3	89	7	1,75
4C4	30-40	3,8	8	4,3	21	2	70	6	1,75
5C5	40-55+	4,0	7	2,5	29	3	94	2	1,91

Quanto aos teores químicos, de acordo com RAIJ *et al.* (1987), os solos apresentam valores relativamente baixos de matéria orgânica, alta acidez e alta capacidade de troca catiônica (CTC).

Conforme descrito por IPT (1980) e PETRI & FÚLFARO (1983) constatou-se que a unidade de mapeamento PVc ocorre nas áreas onde

afloram os arenitos da Formação Marília e, apresentam, como forma erosiva predominante, a erosão subterrânea, em alguns casos ocorrendo sobre a rocha exposta, em outros acima do horizonte B textural. As unidades PVd e HGPd reúnem solos formados a partir de sedimentos pertencentes à Formação Adamantina.

4 CONCLUSÕES

As áreas onde ocorrem os latossolos vermelho-escuros não apresentam restrições ao uso e manejo, recomendando-se práticas simples de manejo do solo, como: correção da fertilidade e acidez e terraceamento em nível. Estão aptas para a exploração com culturas anuais, perenes, pastagem e reflorestamento.

Os solos podzólicos apresentam grandes restrições ao uso intensivo, devido à grande erodibilidade destes solos. Possuem aptidão moderada para culturas perenes e pastagens, recomendando-se o seu uso com reflorestamento e área de preservação ambiental.

Os solos glei pouco húmicos, por possuírem riscos de inundações, são indicados apenas para a recomposição da mata ciliar, com espécies florestais resistentes à baixa concentração de oxigênio nas raízes.

Os solos aluviais são recomendados, também, para a recomposição da mata ciliar, com destaque para a conservação dos solos à montante e nas partes mais altas da vertente, visto ocorrer nestes solos constantes deposições de sedimentos aluviais e coluviais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. 1972. *Participação das depressões periféricas e superficiais aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro*. São Paulo, USP, Instituto de Geografia. 38p.
- ALMEIDA, F. F. M. 1964. Perfil geológico do Estado. In: INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. *Geologia do Estado de São Paulo*. São Paulo, Instituto Geográfico e Cartográfico. p. 254-262. (Bol., 41)
- ARID, F. M.; CASTRO, P. R. M. & BARÇA, S. F. 1975. Solos derivados da Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. *Naturália*, São Paulo, 1: 1-24.
- BONGIOVANI, S. 1990. *Uma abordagem de geologia de engenharia ao cenozóico da região de Paraguaçu Paulista*. Rio Claro, IG/UNESP. 100p. (Dissertação de Mestrado)
- BRASIL. 1960. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas. Comissão de Solos. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas. 634p. (Boletim SNPA, 12)
- EMBRAPA. 1979a. *Manual de método de análise de solo*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. (não paginado)
- _____. 1979b. *Súmula da X Reunião Técnica de Levantamento de Solos*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 83p. (Sér. Misc., 1)
- _____. 1988a. *Crêterios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento. Normas em uso pelo SNLCS*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 65p. (Doc., 11)
- _____. 1988b. *Definição e notação de horizontes e camadas do solo*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 54p. (Doc., 3)
- IPT. 1981. *Mapa geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2v. (Escala 1:500.000)
- JIMENEZ RUEDA, J. R. 1985. *Pedogênese da Formação Marília (Grupo Bauru) da região de Monte Alto*. Piracicaba, ESALQ/USP. 210p. (Tese de Doutorado)
- KOFFLER, N. F. 1976. *Utilização de imagens aerofotográficas e orbitais no estudo do padrão de drenagem de solos originados do arenito Bauru*. São José dos Campos, INPE. 150p. (Dissertação de Mestrado)
- LEMONS, R. C. & SANTOS, R. D. 1984. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 36p.
- LEPSCH, I. F.; BUOL, S. W. & DANIEL, R. B. 1977. Soil landscape relationship in the occidental plateau of São Paulo - Brazil. I - Geomorphic surfaces and soil mapping units. *Soil Sci. Am. Jour.*, Madison, 41(1):99-108.
- LEPSCH, I. F. & OLIVEIRA, J. B. 1987. *Explicações sumárias sobre a nova nomenclatura das legendas de mapas pedológicos de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônômico. (Bol. Técn., 17)
- LUEDER, D. R. 1959. *Aerial photographic interpretation; principles and applications*. New York, McGraw Hill Book. 429p.

MARQUES, A. F.; ZIMBACK, C. R. L. & KANECO, S. Levantamento semidetalhado de solos na microbacia Água da Cachoeira visando a recuperação ambiental.

- MEZZALIRA, S. 1974. Contribuição ao conhecimento de estratigrafia e paleontologia do arenito Bauru. *Bol. Inst. Geog. e Geol.*, São Paulo, 51:1-163.
- MONIZ, A. C. & CARVALHO, A. 1973. Seqüência de evolução de solos derivados do arenito Bauru e de rochas básicas da região noroeste do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 32(17):309-335.
- OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. & CAMARGO, M. N. 1992. *Classes gerais de solos do Brasil; guia auxiliar para seu reconhecimento*. Jaboticabal, FUNEP. 201p.
- OLMOS, J. I. L. 1981. *Bases para leitura de mapas de solos*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solo/EMBRAPA. 91p. (Sér. Misc., 4)
- PETRI, S. & FÚLFARO, V. J. 1983. *Geologia do Brasil*. São Paulo, Ed. da USP. 631p.
- PESSOA, N. S. 1985. *Balanço hídrico*. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. 32p. (Bol. Téc., 190)
- POLITANO, W. 1980. *Estudo interpretativo sobre a morfometria das áreas de dois solos Podzólico Vermelho-amarelos*. Piracicaba, ESALQ/USP. 169p. (Tese de Doutorado)
- QUEIROZ NETO, J. P.; JOURNAUX, A. & MELFI, C. M. 1977. Formações superficiais da região de Marília-SP. *Sedim. e Pedol.*, São Paulo, 8:1-39.
- RAIJ, B. V., QUAGGIO, J. A. & CANTARELLA, H. 1987. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas, Fundação Cargill. 186p.
- RUHE, R. V. 1959. Stone line in soils. *Soil Sci.*, Maryland, 87(4):223-231.
- SOIL SURVEY STAFF. 1975. *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. Washington, D.C., USDA. 930p.
- STRAHLER, A. N. 1952. Hypsometric analysis of erosional topography. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, Colorado, 63:1117,1142.
- ZIMBACK, C. R. L. 1991. *Mineralogia da fração argila e gênese de solos de uma topossequência na região de Paraguaçu Paulista-SP*. Botucatu, FCA/UNESP. 81p. (Dissertação de Mestrado)
- _____. 1993. *Levantamento semidetalhado e caracterização hídrica de solos provenientes do Grupo Bauru, em duas bacias hidrográficas, na região de Marília-SP*. Botucatu, FCA/UNESP. 183p. (Tese de Doutorado)

VARIAÇÃO DAS DIMENSÕES CELULARES NO SENTIDO MEDULA-CASCA E BASE-TOPO DE ÁRVORES DE "AROEIRA"

Myracrodruon urundeuva F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). I - FIBRAS*

Sandra Monteiro Borges FLORSHEIM**
Mário TOMAZELLO FILHO***

RESUMO

As dimensões das células do lenho tem efeito marcante sobre a qualidade da madeira. Em geral as propriedades anatômicas variam acentuadamente dentro das árvores e entre elas. Esta pesquisa visou a obtenção de informações adicionais sobre este assunto, sendo seu objetivo específico verificar as variações das dimensões das fibras no sentido medula-casca e base-topo. De um plantio experimental de "aroeira" *Myracrodruon urundeuva*, com 26 anos, instalado na Estação Experimental de São José do Rio Preto - SP, do Instituto Florestal do Estado de São Paulo, foram obtidas 12 árvores separadas por classes de diâmetro em cada um dos quatro espaçamentos. De cada árvore foram retirados discos de madeira na base, DAP, 50% e 100% da altura comercial. Em cada disco foram demarcados corpos de prova a 0%, 50% e 100% do raio, a fim de se estudar as variações das dimensões das fibras. Os resultados permitiram concluir que: a) os espaçamentos e as classes de diâmetro não exerceram influência sobre as características das fibras; b) da base para o topo, o comprimento foi crescente até 50% da altura comercial, decrescendo em direção ao topo; o diâmetro tangencial decresceu no DAP e voltou a crescer; o lume não apresentou tendência definida e a espessura da parede decresceu; c) da medula para casca o comprimento cresceu, o diâmetro tangencial, lume e a espessura da parede não apresentaram uma tendência definitiva.

Palavras-chaves: *Myracrodruon urundeuva*; dimensões das fibras; variação medula-casca e base-topo.

ABSTRACT

The dimensions of the xylem cells have a marked effect on the quality of wood. In general, the anatomical characteristics vary noticeably within and among trees. Our investigation has tried to obtain further information about this subject. Its specific goal was to determine the variation in fiber dimensions in the pith-bark and base-top directions. Twelve trees were felled according to diameter class in each of four kinds of spacing at 26-year-old experimental plantations of "aroeira" *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão, at the São José do Rio Preto Experimental Station, from the Forest Institute, State of São Paulo. Wooden discs were removed from each tree at base, DBH, 50% and 100% of commercial height. In order to allow the investigation of the variation in fiber dimensions, in each disc samples were taken at 0%, 50% and 100% of the radius. The results indicate that: a) spacing and diameter classes had no influence on fiber characteristics; b) length increased from base to top up to 50% of commercial height, decreasing toward the top; tangential diameter decreased in DBH and increased again; the lumen did not show any clear tendency and wall thickness decreased; c) from pith to bark the length increased, whereas tangential diameter, lumen and wall thickness did not show any clear tendency.

Key words: *Myracrodruon urundeuva*; fiber dimensions; pith-bark and base-top variations.

(*) Parte da Dissertação de Mestrado apresentada em 05/01/93 à ESALQ/93 - Piracicaba e aceito para publicação em novembro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Caixa Postal 99, 13400, Piracicaba, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Existe hoje, uma crescente preocupação com a qualidade da madeira, ou seja, a adequação da madeira para um determinado uso ou a sua capacidade para preencher os requisitos necessários à fabricação de um dado produto. Conhecendo-se a qualidade da matéria-prima e o processo a ser utilizado é possível obter a otimização entre ambos e o produto final.

O comprimento das células do lenho, algumas vezes tem um efeito marcante sobre a qualidade do produto e uso da madeira. O comprimento das células é geralmente a dimensão celular mais importante em determinado valor do produto final, depois da espessura da parede, ZOBEL & BUIJTENEN (1989). E ainda, que o comprimento celular varia grandemente dentre e entre as árvores, e é uma característica forte e altamente controlada geneticamente, sendo também possível ser esta, alterada por mudanças no padrão de crescimento através de práticas silviculturais.

Nas folhosas, a influência causada pelos diferentes tipos de células, proporciona um maior efeito na qualidade do produto final, e ainda, WATSON (1965) enfatiza que para madeiras semi-tropicais e tropicais existe um número muito limitado de informações sobre a relação entre a qualidade da madeira e características das fibras.

Considerando-se a importância da análise da qualidade da madeira de espécies nativas, utilizar-se-ão como parâmetro as características anatômicas, mais especificamente as dimensões das fibras, nesse trabalho. Para tal, selecionou-se um experimento de espaçamento de aroeira, *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão, com 26 anos na Estação Experimental de São José do Rio Preto do Instituto Florestal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A principal finalidade do espaçamento é homogeneizar as distâncias entre as árvores mantendo a área para cada elemento, permitindo um controle do número e distribuição das árvores (COUTO, 1977).

O espaçamento é de grande importância para o desenvolvimento das árvores sob o aspecto econômico, tecnológico e silvicultural pois, pode influenciar várias características quantitativas e

qualitativas, interferindo significativamente na morfologia das árvores e no seu crescimento, em particular no diâmetro (GAJOTTO, 1988).

Espaçamentos mais largos aumentaram a largura dos anéis de crescimento em coníferas e afetam algumas propriedades químicas da madeira. Em árvores de rápido crescimento e teor de celulose pode se tornar maior em relação ao teor de lignina, mas esses efeitos são relativamente pequenos (SARDINHA, 1974).

A maioria dos experimentos que utilizam o efeito de diferentes espaçamentos estão relacionados com a produção em volume, tendo como parâmetros o crescimento em diâmetro e altura das árvores.

Alguns trabalhos relacionam o efeito do espaçamento com as características da madeira, analisando principalmente a densidade e o volume da madeira.

BRASIL & FERREIRA (1971) verificaram que os espaçamentos 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 1,5 m em diferentes locais, não influenciaram significativamente os valores da densidade básica em árvores de *E. grandis*, *E. alba* e *E. saligna* aos 5 anos de idade.

Semelhante resultado ocorreu com a densidade básica da madeira de *E. propinqua* nos espaçamentos 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m em dois locais, ou seja, os espaçamentos não influenciaram a densidade da madeira (BRASIL, 1972).

Em Zâmbia, HANS *et al.* (1972), estudaram a qualidade da madeira de árvores de *E. grandis*, com 7 anos, em amostras retiradas na base do tronco. Estes autores observaram que o gradiente de variação pode ser diminuído, através do controle da taxa de crescimento anual, pela aplicação de técnicas silviculturais (espaçamento, desbastes, etc.) de modo a concentrar próximo da medula, o volume de madeira de baixa densidade e fibras curtas.

BARRICHELO *et al.* (1983), estudando a variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp., verificaram que os modelos de variação da densidade mostraram diferentes tendências em função da espécie, tendendo a decrescer no sentido base-topo; crescer a partir do DAP e ainda aumentar e diminuir alternando-se assim os valores.

O comprimento das fibras é uma característica importante por estar relacionado com muitas propriedades da madeira e ainda pelo

interesse difundido em fibras de folhosas para a produção de papel.

Variação radial: na maioria das folhosas o padrão geral de desenvolvimento do comprimento de fibra é muito semelhante; as fibras, mais curtas são encontradas próximas da medula, de 0,1 a 1,0 mm, dependendo da espécie (PANSIN & DE ZEEWN, 1970), o comprimento aumenta rapidamente e, então se estabiliza em um comprimento bastante constante à medida que a árvore se torna mais adulta. Segundo BISSET & DADSWELL (1949), a plotação do comprimento médio das células em cada um dos incrementos se ajustam aproximadamente a uma curva logarítmica. O período de um rápido aumento no comprimento, nos primeiros 10-20 anos em crescimento, foi encontrada em *Carya ovata* (PRITCHARD & BAILEY, 1916), *Eucalyptus regnans* (BISSET & DADSWELL, 1949), em *Populus* sp. (SCARAMUZZI, 1955) e para *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus grandis* (CHUDNOFF & TISCHLER, 1963; STERN-COHEN & FAHN, 1964; BAMBER *et al.*, 1969).

SANTOS (1961), descreve uma correlação linear positiva, altamente significativa entre o comprimento de fibras e o número de anéis para *E. saligna*. Possivelmente essa inesperada correlação linear, segundo o autor, deve-se ao fato da pouca idade das árvores analisadas (6 anos).

Em algumas espécies, entretanto, as fibras continuam a aumentar em comprimento durante longos períodos, como por exemplo em *Quercus* sp. (HAMILTON, 1961), *Acer*, *Alnus* e *Betula* (STAUFFER, 1892; DESCH, 1932).

RANATUNGA (1964), observou em *E. grandis* que as fibras aumentaram até 25% da distância medula-casca, onde atingiram valores constantes. De amostras retiradas no DAP de *E. saligna*, SANTOS & NOGUEIRA (1971), verificaram um aumento gradativo no comprimento das fibras até o 9º ao 10º ano, quando então atingiram valores constantes.

TOMAZELLO FILHO (1984, 1985, 1987), estudando a variação da estrutura anatômica em várias espécies de *Eucalyptus*, verificou que o comprimento das fibras apresentou um modelo crescente no sentido medula-casca. O mesmo resultado foi observado em *Andira parviflora* e *Saccoglottia guianensis* da região amazônica por CASTRO & SILVA (1986).

Variação axial: Existe um consenso dos autores estudados, que o valor médio para o comprimento de fibras é menor na região da copa que na base. Embora, nem todos registraram um padrão de aumento em cada bainha de crescimento da base para o topo seguido por uma progressiva diminuição, tal como foi descrito por SANIO (1863) para *Pinus silvestris* verificando que o tamanho final dos traqueídeos no caule aumentou da base para o topo numa altura definida ele alcança o valor máximo e então decresce em direção à copa.

Esse mesmo tipo de padrão de variação foi registrado por BISSET & DADSWELL (1949, 1950), em *Eucalyptus* sp.; HEJNOWICZ & HEJNOWICZ (1958) com *Populus*; DESCH (1932) em *Fagus*, *Alnus*, *Betula* e *Acer*; CARVALHO (1962) em *E. globulus* e BAMBER *et al.* (1969) com *E. grandis*.

O diâmetro das fibras é uma dimensão que está relacionada, além dos fatores genéticos e ambientais, também ao crescimento sazonal. Maiores aumentos são verificados durante as estações primavera e verão, onde a taxa de hormônios é maior. Hormônios específicos agem no arranjo das fibrilas, afrouxando ou juntando-as. No primeiro caso, o ângulo fibrilar aumenta, em consequência verifica-se valores superiores para o diâmetro das fibras; no segundo caso, o ângulo fibrilar diminui, decrescendo o valor para a largura das fibras (ZIMMERMANN, 1964).

Segundo BARRICHELO & BRITO (1976) os valores geralmente observados para as espécies de eucaliptos variam de 12 a 20 µm. No sentido medula-casca há uma pequena tendência em aumentar o diâmetro da fibra, uma vez que é influenciada pela idade cambial.

A largura das fibras é uma característica duvidosa quanto a sua relação com a densidade básica, pois se as fibras possuírem diâmetros grandes e paredes espessas, serão observadas correlações estatísticas positivas entre ambas. Porém, se as mesmas são largas, e com paredes delgadas o resultado será inverso.

O lume das fibras é uma característica dependente da largura e da espessura da parede das fibras. Quanto maior o seu valor, mais espaços vazios serão encontrados na madeira e consequentemente, esta apresentará menor densidade básica (GODDARD COLE, 1966; DAVIDSON, 1972; KELLOG & GONZALEZ, 1976).

A espessura das paredes das fibras é uma característica que está relacionada à fatores genéticos, ambientais e à idade da árvore.

A fibra adulta é formada por duas paredes, a primária e a secundária. No processo de crescimento em comprimento, a fibra apresenta apenas a parede primária, que segundo PANSIN & DE ZEEWN (1970), não chega a 0,1 μm de espessura e representa apenas 2% do total da parede celular. A parede secundária aparece, geralmente, depois de ter processado o aumento em comprimento da célula, seu espessamento ocorre com a deposição de carboidratos, principalmente, quando o crescimento da árvore é lento.

A parede secundária é dividida em três camadas: a S_1 , com espessura de 0,2 μm , representando aproximadamente 16% da espessura total da parede; a S_2 com espessura de 2 a 5 μm , representando 74% desta dimensão da fibra e a S_3 , com espessura igual a 0,1 μm , representando 8% da parede celular (PANSIN & DE ZEEWN, 1970).

Os carboidratos depositados na parede da fibra possuem alto grau de polimerização e alto peso molecular, podendo tornar a madeira mais densa. Relações positivas entre densidade e espessura das paredes das fibras foram verificadas por DAVIDSON (1972), BARRICHELO & BRITO (1976), ao estudarem espécies de *Eucalyptus*.

Os valores de espessura das paredes das fibras, para o gênero *Eucalyptus* variam de 2,5 a 6,0 μm (BARRICHELO & BRITO, 1976). No sentido radial, FOELKEL *et al.* (1983) e CARPIM *et al.* (1985), observaram um crescimento dessa propriedade da medula para a casca. Uma diminuição mais ou menos contínua da base para o topo foi verificada por HARTIG (1984) com *Quercus* sp., PRITCHARD & BAILEY (1916) em *Carya ovata* e TAYLOR (1968) com *Liriodendron tulipifera*.

Sabe-se que o diâmetro e a espessura das paredes das fibras são características importantes que afetam a densidade e as propriedades da madeira. De acordo com SARDINHA (1974), mudanças no diâmetro e espessura das paredes das fibras nas folhosas, não têm sido completamente pesquisadas, porque as mensurações em grande escala são difíceis e extremamente monótonas de serem realizadas.

Variação radial: Embora se conheça menos sobre o padrão de variação do diâmetro e

espessura da parede das fibras do que sobre o padrão de variação de densidade e comprimento de fibras, há algumas informações mostrando que os padrões de diâmetro e espessura da parede das fibras são geralmente semelhantes às características anteriormente mencionadas.

Um aumento no diâmetro e espessura das paredes das fibras da medula em direção à casca, foi descrito por STAUFFER (1892) para *Betula*; HAMILTON (1961) para *Fraxinus pensylvanica*. CARVALHO (1962), para *Eucalyptus globulus*, mostrou que essa tendência da variação radial ocorre em todos os níveis de altura analisados, embora as diferenças observadas entre a periferia e a medula foi bem menor nos níveis mais altos do tronco. TOMAZELLO FILHO (1984, 1985, 1987), verificou um crescente aumento na largura, diâmetro do lume e espessura das paredes em várias espécies de *Eucalyptus*.

Uma diminuição na largura média das fibras e nenhuma detectável na espessura das paredes foi verificada, AUNG (1962) com *Shorea* sp. e MOTTET (1965) para *Terminalia superba*.

Enquanto KAISER & STEWART (1955) e PURKAYASTHA *et al.* (1965) estudando *Populus deltoides* e *Michelia champaea*, não detectaram um padrão radial na variação do diâmetro e espessura das paredes das fibras. Resultado semelhante foi encontrado para *E. grandis* por BRASIL & FERREIRA (1972).

Variação axial: Estudando a variação axial em *Betula* sp., de 42 e 67 anos, em várias alturas, STAUFFER (1892), encontrou uma diminuição no diâmetro e espessura das paredes com aumento da altura do tronco.

CARVALHO (1962) descreve que em *E. globulus*, próximo à medula, a espessura das paredes das fibras aumentou com a altura; próximo à periferia, ao contrário decresceu levemente. O diâmetro médio das fibras descreveu com a altura até a região média do tronco e então começou a crescer.

Nos anéis de crescimento mais antigos e nos níveis de altura mais elevados a espessura das paredes das fibras de *E. saligna* foi menor (SARDINHA & HUGHES, 1978/1979). Enquanto, por outro lado, CASTRO & SILVA (1986), para *Andira parviflora* e *Saccoglottis guianensis*, detectaram uma diminuição da largura das fibras, com o aumento em altura.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O povoamento de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão acha-se localizado na Estação Experimental de São José do Rio Preto, do Instituto Florestal do Estado de São Paulo. O local está a 49° 23' de longitude oeste de Greenwich e 20° 49' de latitude sul, e a 488 m de altitude. Com base no sistema do Köppen, o clima é do tipo Aw, tropical de inverno seco. A temperatura média do mês mais quente (janeiro) é de 25,3°C e a do mês mais frio (julho) é de 18,7°C. A precipitação média anual é de 1.282,1 mm em agosto.

O solo está enquadrado nas unidades taxonômicas chamadas Podzolizados de Lins e Marília, variação Lins (PLm) e variação Marília (PM1) (VENTURA *et al.*, 1966).

O plantio das mudas de *Myracrodruon urundeuva*, foi instalado por BARROS (1970), em 06/02/1963.

O delineamento foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos de espaçamento repetidos 4 vezes, sendo: 1) E1 = (1,00 x 1,33 m); 2) E2 = (1,00 x 2,00 m); 3) E3 = (2,00 x 2,00 m) e 4) E4 = (2,00 x 4,00 m).

Aos 26 anos de idade, efetuou-se um levantamento dendrométrico das áreas integrantes do povoamento, obtendo-se os dados de crescimento. Em cada espaçamento identificou-se 3 classes de diâmetro sendo: a) DAP I 6 a 15 cm; b) DAP II 16 a 21 cm e, c) DAP III 22 a 26 cm, e através de uma seleção casual elegeu-se uma árvore dentro de cada classe, totalizando 12 árvores.

Para a coleta do material lenhoso, utilizou-se o método destrutivo, segundo procedimento estabelecido pelas Normas da Comissão Panamericana de Normas Técnicas (COPANT, 1974).

De cada indivíduo arbóreo, retirou-se um disco de madeira com casca nas alturas da base, à 1,30 m (DAP), 50% e 100% da altura comercial.

Dos discos de madeira foram retiradas amostras com 3 cm de largura, da medula até a casca, utilizando-se uma serra de fita. Destas amostras foram obtidos corpos de prova orientados com dimensões aproximadas de 2 x 1,5 x 2 cm nos planos transversal, longitudinal, tangencial e radial, na região da medula (0%), a 50% da distância entre medula e a casca e próximo à casca (100%).

As dimensões das fibras foram obtidas após serem retiradas pequenas porções ou fragmentos de madeira de cada corpo-de-prova e dissociadas em material macerado e as lâminas montadas segundo método de Jeffrey apud JOHANSEN (1940). Foram medidas em microscópio óptico Wild-Leitz através de ocular micrométrica Baush & Lomb com aumento 7,5 vezes. Os comprimentos das fibras foram obtidas por projeção em aparelho Baush & Lomb.

No total, foram realizadas 11.520 medições.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise de variância observada no QUADRO 1 para espaçamento, classes de diâmetro e posição na árvore e no disco, mostra valores de F altamente significativo, indicando que há diferenças para o comprimento das fibras entre as variáveis estudadas. Mostrou valores de F altamente significativo para diâmetro e lume das fibras para classe de DAP e posição na árvore. O valor de F altamente significativo para a variável parede das fibras verifica-se somente para a posição na árvore.

QUADRO 1 - Resultado do Teste F da análise de variância para as dimensões das fibras.

CV	FIBRAS			
	Comprimento	Diâmetro	Lume	Parede
	F	F	F	F
Espaçamento	41,79**	1,97 ^{ns}	2,69*	1,99 ^{ns}
Classe de DAP	16,81**	3,57**	4,02**	2,20*
Posição na Árvore	13,34**	4,75**	2,87**	17,60**
Posição no Disco	20,79**	0,80 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,68 ^{ns}

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

(ns) Não significativo.

Entretanto, o valor de F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade para espaçamento a variável lume, e para classe de DAP a variável parede das fibras.

O valor de F não se mostrou significativo para espaçamento, as variáveis diâmetro, parede das fibras, e posição no disco para as variáveis diâmetro, lume e parede das fibras.

Através do QUADRO 2 pode-se verificar que o comprimento das fibras em função do espaçamento e das classes de diâmetro não apresentaram uma tendência de variação. Tal resultado concorda com WILKERS (1988), ao descrever os resultados de vários autores que estudaram a interferência das práticas de manejo florestal, dentre elas o espaçamento e verificaram que tais práticas tem um efeito relativamente fraco sobre as características da madeira de *Eucalyptus*.

No sentido base-topo, para a maioria das árvores estudadas, o comprimento das fibras, observadas nos quadros acima citadas, tende a crescer até a metade da árvore onde pode-se observar o maior valor dessa variável; a partir daí, decresce em direção à copa. Esse resultado, concorda com aqueles encontrados por SANIO (1863), DESCH (1932), BISSET & DADSWELL (1949), HEJNOWICZ & HEJNOWICZ (1958), CARVALHO (1962), BAMBER *et al.* (1969) e WILKERS (1988).

Ao verificar o padrão de variação do comprimento das fibras na direção radial, a tendência que mais se observou é a do comprimento aumentar da medula para a casca, embora ocorra outros tipos de variações. Provavelmente, para essa espécie a estabilização do comprimento das fibras só será atingido em idade mais avançada. Segundo PANSIN & DE ZEEWN (1970), BISSET & DADSWELL (1949), SCARAMUZZI (1955), SANTOS (1961), RANATUNGA (1964), TOMAZELLO FILHO (1984, 1985, 1987) e CASTRO & SILVA (1986), o comprimento das fibras apresenta um modelo crescente no sentido medula-casca.

No QUADRO 3 pode-se verificar os resultados obtidos para o diâmetro das fibras e observar que não houve interferência do

espaçamento, reforçando assim, os resultados citados por WILKERS (1988).

Para classes de diâmetro, verificou-se uma variação estatística altamente significativa, entretanto, não detectou-se uma tendência de variação entre o diâmetro das fibras com os diâmetros das árvores, o mesmo resultado foi verificado para o lume QUADRO 4.

No sentido longitudinal, a tendência geral de variação é do diâmetro das fibras decrescer na altura do DAP e, após crescer em direção ao topo da árvore e para lume. Esse resultado concorda com aquele encontrado por CARVALHO (1962). No entanto, discorda dos resultados observados por STAUFFER (1892) e CASTRO & SILVA (1986) que detectaram uma diminuição da largura das fibras com a altura do tronco. Provavelmente esses resultados conflitantes devem-se ao fato de ser o diâmetro das fibras uma variável que está relacionada pelos fatores genéticos e ambientais, e também ao crescimento sazonal.

No sentido radial, o diâmetro das fibras não apresentou um padrão radial definido. O mesmo tipo de resultado foi verificado por KAISER & STEWART (1955) e PURKAYASTHA *et al.* (1965).

No QUADRO 5 pode-se observar que a espessura da parede das fibras não variou em função do espaçamento e classes de diâmetro.

No sentido longitudinal, pode-se observar uma tendência dessa variável decrescer da base para o DAP, em seguida em direção ao topo. O mesmo resultado foi encontrado por SARDINHA & HUGHES (1978, 1979), onde verificaram que nos níveis de altura mais elevados, a espessura da parede das fibras foi maior.

Para a posição radial não foi possível detectar uma tendência que pudesse ser considerada como padrão. Autores como STAUFFER (1892), HAMILTON (1961), CARVALHO (1962) e TOMAZELLO FILHO (1984, 1985, 1987), verificaram um crescente aumento da espessura da parede das fibras da medula para a casca. Entretanto, KAISER & STEWART (1955), AUNG (1962), MOTTET (1963) e BRASIL & FERREIRA (1972), no sentido radial, não verificaram nenhuma mudança detectável.

FLORSHEIM, S. M. B. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação das dimensões celulares no sentido medula-casca e base-topo de árvores de "aroeira" *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). I - Fibras.

QUADRO 2 - Valores médios do comprimento das fibras (mm) estimados para classes de diâmetro, posições na árvore e no disco, dentro dos espaçamentos.

Classe de diâmetro		Posição na árvore		Posição no disco		
				0% raio	50% raio	100% raio
E1 (1,00 x 1,33 m) 1,06 ^b	DAP I	1,06 ^b	Base	1,00 ^b	0,97 ^a	1,04 ^a
			DAP	1,02 ^b	1,00 ^a	1,03 ^a
			50% H.C.	1,16 ^a	1,17 ^a	1,15 ^a
			100% HC	1,05 ^b	1,07 ^a	1,06 ^a
	DAP II	1,09 ^a	Base	1,06 ^{bc}	1,01 ^b	1,03 ^b
			DAP	1,01 ^c	0,92 ^b	1,03 ^a
			50% HC	1,17 ^a	1,07 ^b	1,21 ^a
			100% HC	1,10 ^b	1,10 ^a	1,09 ^a
	DAP III	1,04 ^b	Base	1,02 ^b	1,02 ^a	1,02 ^a
			DAP	1,00 ^b	0,99 ^a	0,99 ^a
			50% HC	1,13 ^a	1,15 ^a	1,09 ^a
			100% HC	1,03 ^b	0,99 ^a	1,04 ^a
E2 (1,00 x 2,00 m) 1,03 ^c	DAP I	0,99 ^b	Base	1,04 ^b	0,99 ^b	1,08 ^a
			DAP	1,00 ^b	0,98 ^b	0,97 ^b
			50% HC	1,10 ^a	1,10 ^a	1,09 ^a
			100% HC	1,03 ^b	1,04 ^{ab}	0,97 ^b
	DAP II	1,04 ^a	Base	0,96 ^b	0,92 ^a	0,98 ^a
			DAP	1,01 ^a	0,96 ^b	1,04 ^{ab}
			50% HC	1,00 ^{ab}	0,91 ^b	1,04 ^a
			100% HC	1,02 ^a	0,92 ^b	1,06 ^a
	DAP III	1,06 ^a	Base	1,04 ^b	1,05 ^a	1,02 ^a
			DAP	1,06 ^{ab}	1,02 ^b	1,03 ^b
			50% HC	1,10 ^a	1,07 ^b	1,08 ^b
			100% HC	1,05 ^b	0,94 ^c	1,06 ^b
E3 (2,00 x 2,00 m) 1,09 ^a	DAP I	1,14 ^a	Base	1,09 ^c	1,05 ^b	1,06 ^b
			DAP	1,15 ^b	1,08 ^b	1,14 ^b
			50% HC	1,22 ^a	1,20 ^a	1,22 ^a
			100% HC	1,12 ^{bc}	1,08 ^b	1,11 ^{ab}
	DAP II	1,06 ^b	Base	0,95 ^c	0,81 ^c	0,98 ^b
			DAP	1,09 ^b	1,02 ^b	1,12 ^a
			50% HC	1,16 ^a	1,17 ^a	1,15 ^a
			100% HC	1,07 ^b	1,06 ^a	1,06 ^a
	DAP III	1,07 ^b	Base	1,04 ^b	1,05 ^a	1,02 ^a
			DAP	1,07 ^{ab}	1,02 ^b	1,13 ^a
			50% HC	1,09 ^{ab}	1,06 ^a	1,10 ^a
			100% HC	1,11 ^a	1,13 ^a	1,12 ^a
E4 (2,00 x 4,00 m) 1,05 ^b	DAP I	1,05 ^a	Base	1,05 ^a	1,04 ^a	1,05 ^a
			DAP	1,02 ^{ab}	0,93 ^b	1,05 ^a
			50% HC	1,12 ^{ab}	1,10 ^a	1,13 ^a
			100% HC	1,02 ^a	0,97 ^a	1,03 ^a
	DAP II	1,06 ^a	Base	1,03 ^b	1,02 ^a	1,02 ^a
			DAP	1,05 ^{ab}	1,03 ^a	1,07 ^a
			50% HC	1,08 ^a	1,05 ^a	1,11 ^a
			100% HC	1,08 ^a	1,08 ^a	1,06 ^a
	DAP III	1,04 ^a	Base	1,01 ^c	0,99 ^a	1,00 ^a
			DAP	1,02 ^{bc}	0,97 ^a	1,05 ^a
			50% HC	1,08 ^a	1,09 ^a	1,09 ^a
			100% HC	1,06 ^{ab}	1,04 ^a	1,07 ^a

(*) Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 3 - Valores médios do diâmetro das fibras (mm) estimados para classes de diâmetro, posições na árvore e no disco, dentro dos espaçamentos.

Classe de diâmetro		Posição na árvore		Posição no disco		
				0% raio	50% raio	100% raio
E1 (1,00 x 1,33 m) 16,59 ^a	DAP I 17,00 ^a	Base	17,11 ^a	17,40 ^a	16,39 ^a	17,55 ^a
		DAP	16,29 ^a	16,39 ^a	15,95 ^a	16,53 ^a
		50% HC	17,35 ^a	17,55 ^a	17,55 ^a	16,97 ^a
		100% HC	17,26 ^a	18,13 ^a	16,24 ^a	17,40 ^a
	DAP II 16,38 ^b	Base	16,34 ^a	16,10 ^a	16,97 ^a	15,95 ^a
		DAP	15,71 ^a	15,95 ^a	15,95 ^a	15,22 ^a
		50% HC	16,77 ^a	16,24 ^a	17,26 ^a	16,82 ^a
		100% HC	16,72 ^a	15,81 ^b	16,53 ^{ab}	17,84 ^a
	DAP III 16,39 ^b	Base	16,34 ^a	16,34 ^a	16,53 ^a	16,10 ^a
		DAP	16,34 ^a	17,40 ^a	15,81 ^a	15,81 ^a
		50% HC	16,10 ^a	16,10 ^a	15,52 ^a	16,68 ^a
		100% HC	16,82 ^a	16,97 ^a	16,39 ^a	17,11 ^a
E2 (1,00 x 2,00 m) 16,33 ^a	DAP I 15,99 ^b	Base	16,43 ^{ab}	16,24 ^a	16,82 ^a	16,24 ^a
		DAP	16,52 ^a	15,66 ^a	15,66 ^a	15,23 ^a
		50% HC	17,21 ^a	16,10 ^b	16,97 ^{ab}	18,56 ^a
		100% HC	17,21 ^a	16,97 ^a	16,97 ^a	17,69 ^a
	DAP II 16,59 ^a	Base	16,14 ^a	15,95 ^a	16,24 ^a	16,24 ^a
		DAP	14,84 ^b	14,50 ^a	14,79 ^a	15,23 ^a
		50% HC	16,63 ^a	16,55 ^a	16,39 ^a	15,95 ^a
		100% HC	16,39 ^a	16,68 ^a	16,53 ^a	15,95 ^a
	DAP III 16,40 ^{ab}	Base	16,72 ^a	17,11 ^a	16,24 ^a	16,82 ^a
		DAP	15,95 ^a	15,81 ^a	15,95 ^a	16,10 ^a
		50% HC	16,14 ^a	15,81 ^a	16,68 ^a	15,95 ^a
		100% HC	16,82 ^a	16,82 ^a	16,82 ^a	16,82 ^a
E3 (2,00 x 2,00 m) 16,33 ^a	DAP I 16,26 ^b	Base	16,43 ^a	17,39 ^a	16,39 ^a	16,53 ^a
		DAP	14,69 ^b	16,79 ^a	15,23 ^a	14,07 ^a
		50% HC	16,82 ^a	17,55 ^a	16,82 ^a	16,10 ^a
		100% HC	17,11 ^a	17,40 ^a	17,40 ^a	16,53 ^a
	DAP II 16,56 ^{ab}	Base	16,43 ^b	16,53 ^a	16,68 ^a	16,10 ^a
		DAP	15,23 ^b	15,23 ^a	14,65 ^a	15,81 ^a
		50% HC	16,92 ^{ab}	16,97 ^a	16,39 ^a	17,40 ^a
		100% HC	17,69 ^a	16,53 ^b	19,00 ^{ab}	17,55 ^{ab}
	DAP III 16,86 ^a	Base	17,01 ^a	16,82 ^a	16,82 ^a	17,40 ^a
		DAP	16,24 ^a	17,26 ^a	15,81 ^a	15,66 ^a
		50% HC	17,21 ^a	18,27 ^a	17,40 ^{ab}	15,95 ^b
		100% HC	17,01 ^a	16,53 ^a	17,98 ^a	16,53 ^a
E4 (2,00 x 4,00 m) 16,38 ^a	DAP I 16,67 ^a	Base	16,29 ^{bc}	16,68 ^a	15,66 ^a	16,53 ^a
		DAP	15,66 ^a	15,52 ^a	15,08 ^a	16,39 ^a
		50% HC	17,16 ^{ab}	17,40 ^a	16,97 ^a	17,11 ^a
		100% HC	17,60 ^a	17,11 ^a	16,94 ^a	18,71 ^a
	DAP II 16,16 ^a	Base	16,48 ^a	17,11 ^a	16,24 ^a	16,10 ^a
		DAP	15,32 ^b	15,37 ^a	15,08 ^a	15,52 ^a
		50% HC	16,72 ^a	17,40 ^a	16,97 ^a	15,81 ^a
		100% HC	16,14 ^{ab}	15,37 ^a	16,97 ^a	16,10 ^a
	DAP III 16,30 ^a	Base	16,58 ^a	16,24 ^a	16,39 ^a	17,11 ^a
		DAP	15,37 ^b	16,10 ^a	14,94 ^a	15,08 ^a
		50% HC	16,82 ^a	16,53 ^a	17,11 ^a	16,82 ^a
		100% HC	16,43 ^{ab}	16,97 ^a	16,68 ^a	15,66 ^a

(*) Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 4 - Valores médios de lume das fibras (μm) estimados para classes de diâmetro, posições na árvore e no disco, dentro dos espaçamentos.

Classe de diâmetro		Posição na árvore		Posição no disco		
				0% raio	50% raio	100% raio
E1 (1,00 x 1,33 m) 5,83 ^a	DAP I 6,38 ^a	Base	5,80 ^a	5,95 ^a	5,22 ^a	6,24 ^a
		DAP	5,85 ^a	6,24 ^a	5,66 ^a	5,66 ^a
		50% HC	6,82 ^a	7,40 ^a	6,82 ^a	6,24 ^a
		100% HC	7,06 ^a	7,83 ^a	6,53 ^a	6,82 ^a
	DAP II 5,53 ^b	Base	5,17 ^a	5,22 ^a	5,51 ^a	4,79 ^a
		DAP	5,41 ^a	5,22 ^a	5,51 ^a	5,51 ^a
		50% HC	5,95 ^a	5,22 ^a	6,96 ^a	5,66 ^a
		100% HC	5,61 ^a	4,93 ^a	5,22 ^a	6,67 ^a
	DAP III 5,59 ^b	Base	5,56 ^a	5,37 ^a	5,51 ^a	5,80 ^a
		DAP	5,99 ^a	6,82 ^a	5,51 ^a	5,66 ^a
		50% HC	5,46 ^a	4,93 ^a	5,51 ^a	5,95 ^a
		100% HC	5,37 ^a	5,22 ^{ab}	4,64 ^b	6,24 ^a
E2 (1,00 x 2,00 m) 5,68 ^a	DAP I 5,47 ^a	Base	5,03 ^b	4,79 ^a	5,37 ^a	4,93 ^a
		DAP	6,04 ^a	5,95 ^a	6,09 ^a	6,09 ^a
		50% HC	6,38 ^a	5,22 ^b	6,38 ^{ab}	7,54 ^a
		100% HC	6,28 ^a	6,38 ^a	5,66 ^a	6,82 ^a
	DAP II 5,93 ^a	Base	4,79 ^b	4,79 ^a	4,93 ^a	4,64 ^a
		DAP	5,95 ^a	5,51 ^a	5,95 ^a	6,38 ^a
		50% HC	5,75 ^{ab}	6,24 ^a	5,80 ^a	5,22 ^a
		100% HC	5,41 ^{ab}	6,24 ^a	5,22 ^a	4,79 ^a
	DAP III 5,64 ^a	Base	5,51 ^{ab}	5,80 ^a	5,22 ^a	5,51 ^a
		DAP	6,19 ^a	6,24 ^a	5,80 ^a	6,52 ^a
		50% HC	5,08 ^a	4,93 ^a	5,51 ^a	4,79 ^a
		100% HC	5,80 ^{ab}	5,80 ^a	5,80 ^a	5,80 ^a
E3 (2,00 x 2,00 m) 5,96 ^a	DAP I 5,82 ^a	Base	5,12 ^b	5,08 ^a	4,79 ^a	5,51 ^a
		DAP	5,56 ^{ab}	5,51 ^a	5,80 ^a	5,37 ^a
		50% HC	6,82 ^a	6,82 ^a	6,53 ^a	5,80 ^a
		100% HC	6,24 ^a	6,53 ^a	6,24 ^a	5,95 ^a
	DAP II 5,93 ^a	Base	5,12 ^b	5,22 ^a	5,22 ^a	4,93 ^a
		DAP	5,85 ^{ab}	5,66 ^a	5,51 ^a	6,38 ^a
		50% HC	6,24 ^a	5,80 ^a	6,67 ^a	6,24 ^a
		100% HC	6,53 ^a	5,51 ^b	7,98 ^a	6,09 ^b
	DAP III 6,12 ^a	Base	5,56 ^a	5,37 ^a	6,09 ^a	5,22 ^a
		DAP	6,48 ^a	7,98 ^a	6,09 ^{ab}	5,37 ^b
		50% HC	6,48 ^a	7,40 ^a	6,67 ^a	5,37 ^a
		100% HC	5,99 ^a	5,95 ^a	6,82 ^a	5,22 ^a
E4 (2,00 x 4,00 m) 5,65 ^a	DAP I 5,88 ^a	Base	5,17 ^a	5,51 ^a	4,64 ^a	5,37 ^a
		DAP	5,36 ^{ab}	5,08 ^a	4,93 ^a	6,09 ^a
		50% HC	6,33 ^{ab}	6,96 ^a	6,09 ^a	5,95 ^a
		100% HC	6,67 ^a	6,38 ^b	6,24 ^a	7,40 ^a
	DAP II 5,36 ^b	Base	5,37 ^a	5,95 ^a	4,93 ^a	5,22 ^a
		DAP	5,27 ^a	5,37 ^a	5,22 ^a	5,22 ^a
		50% HC	5,75 ^a	6,38 ^a	5,95 ^a	4,93 ^a
		100% HC	5,08 ^a	4,06 ^b	6,24 ^a	4,93 ^{ab}
	DAP III 5,70 ^{ab}	Base	5,17 ^a	5,22 ^a	5,08 ^a	5,22 ^a
		DAP	6,04 ^a	5,95 ^{ab}	5,22 ^b	6,96 ^a
		50% HC	6,04 ^a	5,80 ^a	6,38 ^a	5,95 ^a
		100% HC	5,56 ^a	6,38 ^a	5,66 ^{ab}	4,64 ^b

(*) Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 5 - Valores médios de espessura da parede (µm) estimados para classes de diâmetro, posições na árvore e no disco, dentro dos espaçamentos.

		Classe de diâmetro		Posição na árvore		Posição no disco		
						0% raio	50% raio	100% raio
E1 (1,00 x 1,33 m) 5,37 ^a	DAP I	5,31 ^a	Base	5,66 ^a		5,73 ^a	5,58 ^a	5,66 ^a
			DAP	5,22 ^b		5,08 ^a	5,15 ^a	5,44 ^a
			50% HC	5,27 ^b		5,08 ^a	5,37 ^a	5,37 ^a
			100% HC	5,10 ^b		5,15 ^a	4,86 ^a	5,29 ^a
	DAP II	5,42 ^a	Base	5,58 ^a		5,44 ^a	5,73 ^a	5,58 ^a
			DAP	5,15 ^b		5,37 ^a	5,22 ^a	4,86 ^a
			50% HC	5,41 ^{ab}		5,51 ^a	5,15 ^a	5,58 ^a
			100% HC	5,56 ^a		5,44 ^a	5,66 ^a	5,58 ^a
	DAP III	5,40 ^a	Base	5,39 ^b		5,51 ^a	5,51 ^a	5,15 ^a
			DAP	5,17 ^b		5,29 ^a	5,15 ^a	5,08 ^a
			50% HC	5,32 ^b		5,58 ^a	5,00 ^a	5,37 ^a
			100% HC	5,73 ^a		5,87 ^a	5,87 ^a	5,44 ^b
E2 (1,00 x 2,00 m) 5,36 ^a	DAP I	5,26 ^a	Base	5,07 ^b		5,73 ^a	5,73 ^a	5,66 ^a
			DAP	4,74 ^c		4,86 ^a	4,79 ^a	4,57 ^a
			50% HC	5,41 ^{ab}		5,44 ^a	5,29 ^a	5,51 ^a
			100% HC	5,46 ^a		5,29 ^a	5,66 ^a	5,44 ^a
	DAP II	5,33 ^a	Base	5,68 ^a		5,58 ^a	5,66 ^a	5,80 ^a
			DAP	4,45 ^b		4,50 ^a	4,42 ^a	4,42 ^a
			50% HC	5,44 ^a		5,66 ^a	5,29 ^a	5,37 ^a
			100% HC	5,49 ^a		5,22 ^a	5,66 ^a	5,58 ^a
	DAP III	5,38 ^a	Base	5,61 ^a		5,66 ^a	5,51 ^a	5,66 ^a
			DAP	4,88 ^b		4,79 ^a	5,08 ^a	4,79 ^a
			50% HC	5,53 ^a		5,44 ^a	5,58 ^a	5,58 ^a
			100% HC	5,51 ^a		5,51 ^a	5,51 ^a	5,51 ^a
E3 (2,00 x 2,00 m) 5,30 ^a	DAP I	5,22 ^b	Base	5,66 ^a		5,66 ^a	5,80 ^a	5,51 ^a
			DAP	4,57 ^c		4,64 ^a	4,35 ^a	4,71 ^a
			50% HC	5,22 ^b		5,37 ^a	5,15 ^a	5,15 ^a
			100% HC	5,44 ^{ab}		5,44 ^a	5,58 ^a	5,29 ^a
	DAP II	5,93 ^{ab}	Base	5,66 ^a		5,66 ^a	5,73 ^a	5,58 ^a
			DAP	4,69 ^c		4,79 ^a	4,57 ^a	4,71 ^a
			50% HC	5,34 ^b		5,29 ^a	5,15 ^a	5,58 ^a
			100% HC	5,58 ^{ab}		5,51 ^a	5,51 ^a	5,73 ^a
	DAP III	5,37 ^a	Base	5,73 ^a		5,73 ^a	5,66 ^a	5,80 ^a
			DAP	4,88 ^c		4,64 ^a	4,86 ^a	5,15 ^a
			50% HC	5,37 ^b		5,44 ^a	5,37 ^a	5,29 ^a
			100% HC	5,51 ^{ab}		5,29 ^a	5,58 ^a	5,66 ^a
E4 (2,00 x 4,00 m) 5,32 ^a	DAP I	5,39 ^a	Base	5,56 ^a		5,58 ^a	5,51 ^a	5,58 ^a
			DAP	5,15 ^b		5,22 ^a	5,06 ^a	5,15 ^a
			50% HC	5,41 ^{ab}		5,22 ^a	5,44 ^a	5,58 ^a
			100% HC	5,46 ^{ab}		5,37 ^a	5,34 ^a	5,66 ^a
	DAP II	5,40 ^a	Base	5,56 ^a		5,58 ^a	5,66 ^a	5,44 ^a
			DAP	5,03 ^b		5,00 ^a	4,93 ^a	5,15 ^a
			50% HC	5,49 ^a		5,51 ^a	5,51 ^a	5,44 ^a
			100% HC	5,53 ^a		5,66 ^a	5,37 ^a	5,58 ^a
	DAP III	5,29 ^a	Base	5,70 ^a		5,51 ^b	5,66 ^{ab}	5,95 ^a
			DAP	4,66 ^a		5,08 ^a	4,86 ^a	4,06 ^b
			50% HC	5,39 ^a		5,37 ^a	5,37 ^a	5,44 ^a
			100% HC	5,44 ^a		5,29 ^a	5,51 ^a	5,51 ^a

(*) Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que os espaçamentos e as classes de diâmetro não exerceram influência sobre as características das dimensões das fibras.

No sentido longitudinal do tronco das árvores, as fibras apresentaram: (i) o comprimento crescente até 50% da altura comercial, decrescendo em direção ao topo; (ii) o diâmetro tangencial decresceu no DAP e voltou a crescer em direção ao topo; (iii) o lume não apresentou uma tendência definida; e (iv) a espessura da parede decresceu da base para o topo.

No sentido radial do tronco das árvores as fibras apresentaram: (i) o comprimento crescente da medula para a casca; (ii) o diâmetro tangencial não apresentou padrão definido; (iii) o lume não apresentou padrão definido; e (iv) a espessura da parede não apresentou uma tendência definida.

Pode-se inferir que as variações observadas devem-se a características intrínsecas da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUNG, M. 1962. Density variation outwards from the pith in some species of *Shorea* and its anatomical basis. *Empire Forestry Review*, London, 41(1):48-56, 19.
- BAMBER, R. K. *et al.* 1969. Wood properties of flooded gum. *Austr. For.*, Melbourne, 33(1):3-12.
- BARRICHELO, L. E. G. & BRITO, J. O. 1976. A madeira das espécies de eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel. Brasília, PRODEPEF - Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal. 145p. (Série Divulgação, 13)
- BARRICHELO, L. E. G. *et al.* 1983. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28):726-31.
- BARROS, D. P. 1970. Ensaio de espaçamento inicial para "Aroeira". *Silvicultura*, São Paulo, 7:39-41.
- BISSET, I. J. W. & DADSWELL, H. E. 1949. The variation of fiber length within on tree of *Eucalyptus regnans*. *Austr. For.*, Melbourne, 13(2):86-96.
- BISSET, I. J. W. & DADSWELL, H. E. 1950. The variation in cell length within on growth ring or certain angiosperm and gymnosperms. *Austr. For.*, Melbourne, 14(1):17-29.
- BRASIL, M. A. M. & FERREIRA, M. 1971. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. *E. alba* Reinw e *E. grandis* Hill. ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. *IPEF*, Piracicaba, (2/3):129-49.
- BRASIL, M. A. M. & FERREIRA, M. 1972. Variação da densidade básica da madeira e das características das fibras em *E. grandis* Hill. ex Maiden ao nível do DAP: análise preliminar. *IPEF*, Piracicaba (5):81-90.
- BRASIL, M. A. M. 1972. *Variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus propinqua* Deane ex Maden em função do local e do espaçamento. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". (Dissertação de Mestrado)
- CARPIM, M. A. *et al.* 1985. Comparação das características da madeira de *E. grandis* e *E. saligna* de diferentes procedências. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, São Paulo. p. 57-68.
- CARVALHO, A. de. 1962. *Madeira de eucalipto (Eucalyptus globulus Labile)*. Lisboa, Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas. 159p. (Estudos e Divulgação Técnica)
- CASTRO & SILVA, A. 1986. Dimensional variation of xylem elements in two trees the amazon basin. Fort Collins. 68p. (Ms. -CSU)
- CHUDNOFF, M. & TISCHLER, K. 1963. Fiber morphology of *Eucalyptus camaldulensis* Dhn and the relations of wood anatomy to certain physical and mechanical properties. *La Yaaran*. (Suppl. 1).
- COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas. 1974. Descripción del características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledoneas. COPANT, Argentina, (30):1-19.
- COUTO, L. 1977. *Influência do espaçamento no crescimento do E. urophylla de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. (Dissertação de Mestrado)

- DAVIDSON, J. 1972. Variation, association and inheritance of morphological and wood characters in a improvement programme for *Eucalyptus deglupta*. Melbourne, Australian University. 263p. (Ph.D)
- DESCH, H. E. 1932. Anatomical variations in wood of some dicotyledonous trees. *The New Phytologist*, 37:73-118.
- FOELKEL, C. E. B. et al. 1983. Variabilidade radial da madeira de *E. saligna*. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28):728-91.
- GAIOTTO, M. R. 1988. Influência da idade e do espaçamento sobre a qualidade da madeira para produção de células. Piracicaba, ESALQ/DCF. 17p. (não publicado)
- GODDARD, J. G. & COLE, D. E. 1966. Variation in wood production of six year old progenies of selected slash pines. *TAPPI*, Atlanta, 49(8):359-62.
- HAMILTON, J. R. 1961. Variation of wood properties in Southern red oak. *For. Prod. J.*, Madison, 11:267-71.
- HANS, A. S. et al. 1972. Wood quality in *Eucalyptus grandis* (Hill.) Maiden growth in Zambia. *Holzforschung*, Berlin, 26(4):138-41.
- HARTIG, R. 1984. Untersuchung über die Entstehung und die Eigenschaften des Eichenholzes. *Forslt-Naturwiss Zeitschr.*, 3:49-68.
- HEJNOWICZ, A. & HEJNOWICZ, Z. 1958. Variations of length of vessel members and fiber in the trunk of *Populus tremula*. *Acta. Soc. Bot. Poloniae*, 27:131-59.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York, McGraw-Hill. 523p.
- KAISER, M. & STEWART, K.D. 1955. Fiber size in *Populus deltoides* Marsh. in relation to lean of trunk and position in trunk. *Bull. Torrey Bot. Cl.*, Lancaster, 82:57-61.
- KELLOGG, R. M. & GONZALEZ, J. S. 1976. *Relationships between anatomical and sheet properties in western hem lock kraft pulps. Part I. Anatomical relationships*. Vancouver Western Forest Products Laboratory. 4p.
- MOTTET, A. 1965. Relation entre la densité du bois et la coefficient de souplesse de la fibre chez *Terminalia superba* Engl. et Diels. In: IUFRO MEETING OF SECTION 41, Melbourne - Australia, October. 12p.
- PANSHIN, A. J. & DE ZEEWN, C. 1970. *Textbook of wood technology*. New York, McGraw-Hill. 105p.
- PRITCHARD, R. P. & BAILEY, I. W. 1916. The significance of certain variations in the anatomical structure of wood. *For. Quart.*, Ithaca, 14(4):662-72.
- PURKAYASTHA, S. K. et al. 1965. Observations of variations in fiber characteristics in *Michelia*. In: IUFRO MEETING OF SECTION 41, Melbourne - Australia, October.
- RANATUNGA, M. S. 1964. A study of the fiber lengths of *Eucalyptus grandis* grown in Ceylon. *The Ceylon Forester*, 6(314):101-12.
- SANIO, C. 1863. Vergleichende untersuchungen über die zusammen setzung des holzkopers. *Bot. Ztg.*, 21:359-63, 369-75, 377-99, 388-99, 401-12.
- SANTOS, C.F. de O. 1961. Mensuração das fibras lenhosas nos diferentes anéis de crescimento de *Eucalyptus saligna* Smith. *Rev. de Agric.*, Piracicaba, 36(4):199-223.
- SANTOS, C. F. de O. & NOGUEIRA, I. R. 1971. A idade adulta do *Eucalyptus saligna* em Rio Claro - SP, determinada pelas dimensões das fibras. *Anais - ESALQ*, Piracicaba, 28:165-75.
- SARDINHA, R. M. de A. & HUGHES, J. F. 1978/1979. Wood properties variation of *Eucalyptus saligna* from Angola. *Anais do Inst. Sup. de Agron.*, Portugal, 38:105-24.
- SARDINHA, R. M. de A. 1974. *Variation in density and some structural features on wood of Eucalyptus saligna Sm. from Angola*. Oxford, Linage College. (Ph.D)
- SCARAMUZZI, G. 1955. Dimensional data about fibers in *Populus X euramericana* (Dode) Guinier ev. "I-214". In: FAO/CIP 79-C 8º SESS. POPLAR COM, Madrid. 20p.
- STAUFFER, O. 1892. Untersuchung über spezifisches Trockengewicht, sowie anatomischen Bau des Holzes der Birke. *Forslt. Naturwiss Zeitschr.*, (1):145-63.
- STERN-COHEN, S. & FAHN, A. 1964. Structure and variation of the wood fiber of *Eucalyptus gomphocephala* A. DC. and across the stem. *La Yarran*, 14(4).
- TOMAZELLO FILHO, M. 1984. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus gummifera*, *E. microcorys* e *E. pilularis*.

FLORSHEIM, S. M. B. & TOMAZELLO FILHO, M. Variação das dimensões celulares no sentido medula-casca e base-topo de árvores de "aroeira" *Myracrodium urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae). I - Fibras.

- In: IUFRO MEETING ON TROPICAL TIMBERS, Manaus. 21p.
- TOMAZELLO FILHO, M. 1985. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. *IPEF*, Piracicaba, (29):37-45.
- _____. 1987. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus globulus*, *E. pelita* e *E. acmenoides*. *IPEF*, Piracicaba, (36):35-42.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M. A. M. 1966. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 4/5(4):57-140.
- WATSON, A. J. 1965. Fiber characteristics and wood properties; tropical and semi-tropical hard woods. IUFRO MEETING OF SECTION 41, Melbourne, Australia. 7p.
- WILKERS, J. 1988. Variations in wood anatomy within species of *Eucalyptus*. *IAWA Bulletin*, Leiden - The Netherlands, 9(1):13-23.
- ZIMMERMAN, M. H. 1964. *The formation of wood in forest trees*. New York, Academic Press. 562p.
- ZOBEL, B. J. & BUIJTENEN, J. P. van. 1989. *Wood variation. Its causes and control*. Berlin, Springer Verlag. 363p. (Spring Series in Wood Science)

RELAÇÕES SOLO-VEGETAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS MAIS IMPORTANTES DA RESERVA ESTADUAL DE ÁGUAS DA PRATA, SP*

Eduardo Amaral BATISTA**

Hilton Thadeu Zarate do COUTO***

Paulo Roberto PARENTE**

Demétrio Vasco de TOLEDO FILHO**

José Eduardo de Arruda BERTONI**

RESUMO

Este estudo foi realizado na Reserva Estadual de Águas da Prata, SP, (21°55' S e 46°42' W) em uma floresta mesófila semidecídua de altitude. Alguns fatores edáficos foram analisados, objetivando relacioná-los com parâmetros biométricos de desenvolvimento das espécies vegetais mais importantes do local. O solo foi amostrado em duas profundidades: 0 - 20 cm e 20 - 40 cm, e a vegetação foi amostrada segundo os parâmetros altura, número de árvores, DAP, área basal e volume cilíndrico. As espécies mais importantes identificadas foram: *Croton salutaris*, *Guarea kunthiana*, *Myrcia rostrata*, *Trichilia catigua*, *Trichilia elegans richardiana* e *Urera bacifera*. O maior número de correlações entre variáveis da vegetação e do solo foi encontrado para o crescimento da espécie *Myrcia rostrata*.

Palavras-chave: fatores edáficos; floresta mesófila; dendrometria.

1 INTRODUÇÃO

A evolução de um ecossistema natural basicamente resulta de interrelações específicas entre os fatores biológicos e os abióticos. Assim, formações vegetais típicas diferem entre si por diversas razões relacionadas à atuação de fatores intrínsecos das espécies, como genéticos, e fatores ambientais, tais como: variações climáticas da região e qualidade de solo em função de sua origem geológica.

Muitas interações entre os componentes da comunidade podem ser também estudadas, permitindo uma visão mais acurada da estrutura do

ABSTRACT

This study was developed in Águas da Prata State Reserve, São Paulo State, Brazil (21°55' S and 46°42' W) at a semideciduous mesofitic forest of altitude. Some edaphic factors were analysed aiming to get the relationship with biometric parameters of the most important forest species from that place. The soil samples were obtained into deep: 0 - 20 cm and 20 - 40 cm. The vegetation was sampled by the following parameters: height, number of trees, diameter, basal area and cylindrical volume. The most important species were: *Croton salutaris*, *Guarea kunthiana*, *Myrcia rostrata*, *Trichilia catigua*, *Trichilia elegans richardiana* and *Urera bacifera*. The major number of relationships between soil factors and vegetation parameters was found for development of *Myrcia rostrata* species.

Key words: edaphic factors; mesofitic forest; dendrometry.

sistema ecológico e das principais interrelações entre os componentes da comunidade. Em regiões tropicais reconhece-se a necessidade e a importância do estudo dessas interações; devido à complexidade de seus ecossistemas.

O presente trabalho propõe um estudo sobre o desenvolvimento das principais espécies florestais da Reserva Estadual de Águas da Prata, SP, em função dos fatores químicos e físicos do solo, fornecendo subsídios importantes para a elaboração de planos de manejo que visem minimizar alterações no equilíbrio da comunidade vegetal.

(*) Aceito para publicação em dezembro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) ESALQ/USP - IPEF, Caixa Postal 9, 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

RIZZINI (1963), ao comparar a composição química de Latossolo Vermelho Escuro sob mata e sob cerrado observou que os teores de carbono, nitrogênio, pH e soma de bases do solo sob mata são mais elevados, tanto na superfície como em profundidade.

GOODLAND (1971), em sua hipótese sobre escleromorfismo reportou-se ao alumínio como o cátion mais abundante em solos extremamente lixiviados. Para esse autor, todas as plantas do cerrado desenvolveram uma tolerância a esse íon, ao qual nenhuma delas é sensível, sendo que muitas, facultativa ou obrigatoriamente o acumulam. Dentre estas destacam-se: *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Strychnos pseudoquina*, *Rapanea guianensis*, *Qualea multiflora*, *Vochysia tucanorum* e outras.

GOODLAND & POLLARD (1973) verificaram que o gradiente fisionômico da vegetação de cerrado corresponde a um gradiente de fertilidade do solo. Observaram que a área basal por hectare, medida em 110 lugares do Triângulo Mineiro, correlacionava-se ao nível de 0,1% de probabilidade com os teores de N total, P disponível e K trocável medidos nos solos dos mesmos locais.

SILVA JUNIOR (1984), ao analisar a relação entre as características da vegetação de cerrado e algumas propriedades químicas do solo, concluiu que dentre as espécies estudadas, *Eugenia dysenterica* atingiu os maiores IVI (Índice de Valor de Importância) nos solos que, aparentemente, possuíam menor fertilidade. Concluiu ainda, que a espécie *Magonia pubescens* mostrou-se mais exigente quanto à fertilidade, sendo destacados no modelo estatístico os fatores K, Ca, e Mg do solo.

O Ca, segundo BARROS (1974), tem apresentado correlações positivas com o crescimento de várias espécies do cerrado, o que torna lógica a interpretação de um maior porte de *Qualea parviflora* com o aumento de seus teores no solo, conforme constatado por SILVA JUNIOR *et al.* (1987). O pH, segundo BARROS (1979), por si só, não é um fator produtivo, e sua relação com o crescimento é, geralmente, indireta: sem efeitos podem refletir-se em outros fatores do solo, como a disponibilidade de nutrientes.

Estudando a relação solo/plântula de *Pithecellobium racemosum* Ducke (angelim

rajado), LEITE & RANKIN (1981) verificaram que dentre os macronutrientes, P, Ca e Mg foram menores nos locais com plântulas e que dentre os micronutrientes, o Mn e o Cl comportaram-se de forma inversa: nos locais com plântulas o Mn era detectado em menor quantidade enquanto que o Cl no mesmo local apresentava maior quantidade, ocorrendo o inverso deste fato para as áreas sem plântulas.

SILVA (1992), ao estudar a vegetação do cerrado em Uberlândia, MG, quantificou os nutrientes no solo e na vegetação, para relacioná-los com a estrutura fitossociológica. Dentre as conclusões obtidas ressaltam-se as seguintes: a) existe correlação negativa entre os valores de H (0 - 10 cm de profundidade) e os números de indivíduos e espécies/ha; b) a porcentagem de saturação de bases correlacionou-se negativamente com a maioria dos parâmetros vegetacionais, porque a maior parte desta saturação veio do alumínio, um elemento tóxico às plantas; c) o conteúdo de matéria orgânica no solo, até 20 cm de profundidade correlacionou-se positivamente com a quantidade de indivíduos/ha, com o número de espécies/ha e com a área basal da área estudada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Reserva Estadual de Águas da Prata, pertencente ao Instituto Florestal, com área de 48,4 ha, localizado na região nordeste do estado de São Paulo entre os paralelos 21°54' e 21°57' de latitude Sul e entre os meridianos 46°41' e 46°43' de longitude Oeste. O relevo é acidentado com solos de superfície pedregosa e inúmeros afloramentos graníticos, classificado como Latossol fase substrato granito-gnaise com altitude variável de 840 m a 1.060 m. Sua vegetação é caracterizada por florestas mesófilas semidecíduas de altitude (TOLEDO FILHO *et al.*, 1993).

As amostras do solo foram retiradas de 20 parcelas retangulares e contíguas utilizadas na amostragem da vegetação. De cada parcela foram coletadas duas amostras compostas, uma à profundidade 0 - 20 cm e outra à 20 - 40 cm, utilizadas tradicionalmente para a maioria das culturas, e outra à 20 - 40 cm, abrangendo o sistema radicular de árvores de grande porte.

Da análise fitossociológica realizada anteriormente, por TOLEDO FILHO *et al.* (em preparação) destacaram-se as seis espécies vegetais mais importantes ou sejam: *Croton salutaris*, *Guarea kunthiana*, *Myrcia rostrata*, *Trichilia catigua*, *Trichilia elegans richardiana* e *Urera bacifera*. Para um estudo específico sobre a relação solo-planta foram utilizados parâmetros biométricos dessas espécies, quais sejam: altura média das árvores (em m), número de árvores (determinado em cada parcela e extrapolado para 1 ha), diâmetro médio (DAP médio, em cm); área basal (em m²/ha), determinada através da fórmula: $\text{área basal} = \pi/4 \cdot \sum \text{DAP}_i^2$ volume cilíndrico (em m³/ha), através da fórmula: $\text{volume cilíndrico} = \text{área basal} \times \text{altura média}$ (BATISTA, 1988).

Também foram determinados, segundo CAMARGO *et al.* (1986) os seguintes fatores

químicos e físicos do solo para correlação com os fatores biométricos: P (resina), matéria orgânica, pH (CaCl₂), K, Ca, Mg trocáveis, H+Al, valor S (soma de bases), CTC, V% (saturação em bases), Al trocável, areia grossa, areia fina, areia, silte e argila.

Para a análise estatística dos dados utilizou-se do programa SAS (Statistical Analysis System) através de estudo de correlação linear simples entre as variáveis da vegetação e os fatores edáficos (SAS Institute, 1979).

4 RESULTADOS

Foram selecionadas as espécies mais importantes, segundo os mais altos valores de IVI (Índice de Valor de Importância) abaixo descritos na TABELA 1.

TABELA 1 - Parâmetros biométricos das espécies mais importantes da área de estudo.

Espécies	Código	Freq.Rel. (%)	Altura (m)	Nº de árvores/ha	Área basal/ha	Vol. cil./ha	DAP (cm)
<i>Croton salutaris</i>	32	4,96	23,69	67,85	6,84	172,43	34,24
<i>Guarea kunthiana</i>	40	3,19	10,43	66,66	0,71	8,91	11,47
<i>Myrcia rostrata</i>	52	3,55	6,35	70,00	0,38	2,75	7,97
<i>Trichilia catigua</i>	70	6,38	8,61	213,89	3,39	29,04	10,86
<i>Trichilia elegans reichardiana</i>	71	3,90	7,29	222,73	1,16	8,92	8,04
<i>Urera bacifera</i>	74	4,26	6,98	120,83	3,10	25,07	17,87

5 DISCUSSÃO

Embora a seleção tenha sido feita através dos dados de IVI (Índice de Valor de Importância) e FR (Frequência Relativa) as espécies selecionadas como as mais importantes mostraram certa disparidade nos resultados obtidos (TABELA 1). Volume cilíndrico, por exemplo, apresentou valores diferentes para cada espécie devido à discrepância entre os valores de altura e DAP dos indivíduos. Árvores mortas, embora são identificadas, destacaram-se

fitossociologicamente, apresentando, também, altos valores de IVI entre as espécies levantadas. Mesmo nas condições de inanição biológica total, a importância delas está no processo cíclico de elementos minerais no solo. Os resultados da análise do solo foram bem semelhantes, revelando ligeira diminuição entre os valores obtidos da camada superficial (0 - 20 cm) para a camada mais profunda (20 - 40 cm), com exceção dos fatores H+Al e argila que aumentaram com a profundidade (TABELA 2).

TABELA 2 - Valores médios dos fatores químicos e físicos do solo utilizados na análise de correlação com as espécies mais importantes.

Espécie	Camada (cm)	pH	M.O. (%)	P ppm	K m.e./cm³	Ca m.e./cm³	Mg m.e./cm³	H+Al m.e./cm³	Valor S m.e./cm³	CTC m.e./cm³	V				Argila
											Valor	Areia grossa	Areia fina	Areia total	
<i>Croton salutaris</i>	0 - 20	6,23	5,84	37,57	0,45	11,06	2,01	1,79	13,50	15,32	85,00	20,93	26,85	47,78	20,50
	20 - 40	5,72	2,55	23,57	0,35	4,91	1,67	2,33	6,94	9,28	73,42	19,42	24,35	43,78	19,92
<i>Guarea kunthiana</i>	0 - 20	6,27	5,57	30,90	0,49	9,69	1,99	1,72	12,18	13,90	85,10	21,20	27,40	48,60	20,00
	20 - 40	5,74	2,50	17,10	0,36	4,81	1,70	2,33	6,88	9,21	73,50	20,10	25,90	46,00	17,90
<i>Myrcia rostrata</i>	0 - 20	6,12	5,43	34,10	0,41	9,61	2,05	1,90	12,08	13,98	83,30	24,70	30,20	54,90	16,60
	20 - 40	5,54	2,40	19,80	0,32	4,06	1,61	2,61	6,00	8,61	68,50	23,70	29,60	53,30	15,20
<i>Trichilia catigua</i>	0 - 20	6,21	5,83	35,61	0,47	10,82	1,97	1,79	13,27	15,07	85,50	22,22	28,16	50,38	19,61
	20 - 40	5,74	2,45	20,27	0,38	4,71	1,58	2,25	6,68	8,93	73,55	21,22	27,33	48,55	18,05
<i>T. elegans reichardiana</i>	0 - 20	6,19	6,60	44,36	0,47	11,13	2,07	1,85	13,67	15,53	85,45	21,90	26,63	48,54	21,63
	20 - 40	5,75	2,48	25,45	0,37	4,61	1,58	2,29	6,57	8,86	73,27	22,36	25,18	47,54	21,45
<i>Urera bacifera</i>	0 - 20	6,25	6,34	43,41	0,44	12,96	1,95	1,74	15,35	17,10	86,25	22,75	28,08	50,83	20,08
	20 - 40	5,83	2,75	27,00	0,38	5,13	1,50	2,17	7,01	9,19	74,16	21,16	27,91	49,08	18,75

O estudo das correlações entre as espécies mais importantes e as variáveis do solo como fatores de desenvolvimento das plantas mostrou a influência destes em cada uma das profundidades consideradas.

As espécies *Croton salutaris*, *Guarea kunthiana*, *Trichilia catigua* e *Trichilia elegans richardiana* mostraram-se pouco ou nada sensíveis aos efeitos da fertilidade, pois quase nenhuma correlação foi estatisticamente significativa entre suas variáveis biométricas e as características do solo, principalmente aos fatores edáficos localizados à superfície (TABELA 3). Isso denota pouca ou nenhuma influência dos mesmos sobre o desenvolvimento das plantas. *Croton salutaris* é uma espécie exponencial dentro da população amostrada, pois possui os maiores valores de IVI, altura, área basal, volume cilíndrico e DAP.

A espécie *Myrcia rostrata* foi a que revelou maior número de correlações entre as variáveis da vegetação e os fatores edáficos. Matéria Orgânica e pH da superfície parecem exercer muita influência no desenvolvimento dessa espécie, mormente sobre os parâmetros DAP e altura das árvores (TABELA 3). P e Ca influíram igualmente no crescimento de *Myrcia rostrata*, correlacionando-se com efeito negativo com aqueles parâmetros.

Os solos analisados apresentaram-se de modo geral pouco ácidos com pH diminuindo com a profundidade, sendo constatados teores elevados de P e Ca e deficiência acentuada de K e Mg (TABELA 2).

As TABELAS 3 e 4 mostram forte correlação positiva (significativa a 1% de probabilidade) entre as variáveis P e número de árvores, em ambas profundidades, para a espécie *Urera bacifera*. Nenhuma tendência de aumento ou redução daquele elemento ficou aparente com a variação da profundidade.

A correlação do pH com DAP e altura teve sinal negativo para a maioria das espécies em relação à camada 0 - 20 cm (TABELA 3) e teve sinal positivo em relação à camada 20 - 40 cm (TABELA 4).

A TABELA 2 mostra uma tendência de redução dos valores de pH e aumento de H^+Al nas profundidades maiores do solo. Assim, o aumento do pH na camada 0 - 20 cm reduziria a disponibilidade do Al, possibilitando a ocupação dos sítios de troca catiônica por outros elementos como o K, Ca e Mg, ficando então, mais disponíveis às plantas e reduzidas as perdas por lixiviação. Por outro lado, a correlação do pH com DAP e altura teve sinal negativo para a maioria das espécies em relação à camada 0 - 20 cm. (TABELA 3), destacando-se o pH com efeito positivo no crescimento (BARROS, 1979).

Nenhuma variável física da camada 0 - 20 cm do solo teve correlação significativa com as variáveis da vegetação (TABELA 3). Apenas o fator silte da camada 20 - 40 cm teve correlação significativa e negativa com o parâmetro altura da espécie *Myrcia rostrata* (TABELA 4). Isso ratifica a afirmativa de SILVA JUNIOR *et al.* (1987) ao escrever que os efeitos das propriedades físicas do solo no porte das espécies são indiretos, estando geralmente relacionados com a maior ou menor disponibilidade de água, sendo que o mais provável é que o efeito do fator silte na altura desta espécie tenha sido devido à maior retenção de água no solo, o que favoreceria a absorção dos nutrientes para as plantas.

A porcentagem de saturação de bases, ao contrário do ocorrido em solos de cerrado (SILVA, 1992), correlacionou-se positivamente com a maioria dos parâmetros vegetacionais, nas duas profundidades amostradas (TABELAS 3 e 4).

TABELA 3 - Coeficientes de correlação simples entre os parâmetros da vegetação e as características químicas e físicas do solo na profundidade de 0 - 20 cm (N = 20 parcelas).

Variáveis da vegetação	Variáveis do solo															
	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Valor S	CTC	Valor V	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Silte	Argila	
<i>Croton salutaris</i>	DAP	-0,19	-0,12	-0,02	-0,11	0,10	0,17	0,10	0,11	0,12	0,25	-0,15	-0,10	-0,14	0,13	0,09
	Altura	-0,21	-0,04	-0,01	-0,07	0	0,30	0,21	0,02	0,03	0,12	-0,08	-0,15	-0,12	0,23	-0,08
	Nº de árvores	0,32	-0,05	-0,18	0,15	0,17	0,10	-0,39	0,18	0,16	0,31	-0,08	0,05	-0,02	-0,18	0,32
	Área basal/ha	0,07	-0,15	-0,11	-0,12	0,18	0,05	-0,24	0,17	0,17	0,34	-0,08	0	-0,04	-0,07	0,21
	Vol. cilíndrico/ha	-0,05	-0,16	-0,10	-0,20	0,14	0,10	-0,12	0,14	0,13	0,27	0	-0,01	-0,01	-0,02	0,06
<i>Guarea kunthiana</i>	DAP	-0,09	-0,24	-0,23	-0,08	-0,22	-0,23	-0,09	-0,23	-0,24	0,21	-0,36	-0,15	-0,29	0,01	0,56
	Altura	-0,26	-0,26	-0,47	-0,05	-0,21	-0,32	0	-0,24	-0,25	0,01	-0,13	-0,13	-0,14	-0,03	0,33
	Nº de árvores	-0,33	-0,36	-0,32	0,10	-0,13	0,58	0,37	-0,06	-0,04	0,05	-0,02	-0,11	-0,07	0,05	0,08
	Área basal/ha	-0,15	-0,50	-0,36	-0,08	-0,29	-0,14	-0,06	-0,29	-0,30	0,18	-0,33	-0,07	-0,23	0	0,47
	Vol. cilíndrico/ha	-0,23	-0,41	-0,47	-0,11	-0,28	-0,28	0	-0,30	-0,31	0,05	-0,18	0	-0,11	-0,10	0,34
<i>Myrcia rostrata</i>	DAP	-0,66*	-0,76*	-0,69	0,05	-0,52	-0,36	0,27	-0,53	-0,52	-0,7*	0,27	-0,13	0,14	-0,40	0,05
	Altura	-0,76*	-0,77**	-0,72*	-0,45	-0,58	-0,53	0,49	-0,60	-0,59	-0,68*	0,45	0,16	0,42	-0,55	0,22
	Nº de árvores	0,07	0,46	0,46	0,05	0,69*	0,40	0,14	0,68*	0,69*	0,31	-0,19	0,07	-0,11	0,47	-0,13
	Área basal / ha	-0,54	-0,27	-0,28	0,01	-0,02	0,06	0,37	-0,01	0	-0,24	0,15	-0,18	0,04	0,06	-0,09
	Vol. cilíndrico/ha	-0,67	-0,44	-0,41	-0,29	-0,22	-0,18	0,36	-0,23	-0,22	-0,39	0,38	0	0,30	-0,18	-0,29
<i>Trichilia catigua</i>	DAP	-0,18	0,36	0,10	0,08	0,07	0,03	0,43	0,07	0,10	0,02	0,04	-0,16	-0,06	0,21	-0,14
	Altura	-0,13	0,01	0	-0,31	0,06	-0,26	0,01	0,03	0,03	-0,09	0,29	0,19	0,28	-0,22	-0,24
	Nº de árvores	0,31	0,33	0,11	0,38	0,39	0,34	-0,10	-0,41	0,41	0,18	-0,04	0,19	0,07	-0,09	-0,03
	Área basal / ha	-0,23	0,34	0,03	0,19	0,04	0,05	0,48*	0,04	0,07	-0,04	0,01	-0,2	-0,09	0,27	-0,15
	Vol. cilíndrico ha	-0,16	0,43	0,13	0,13	0,14	0,06	0,45	0,14	0,16	0,02	0,05	-0,07	0	0,18	-0,20
<i>T. elegans reichardiana</i>	DAP	0,29	0,28	0,31	-0,06	0,20	0,43	-0,25	0,23	0,22	0,32	-0,22	-0,41	0,16	-0,25	0
	Altura	-0,50	-0,57	-0,53	0,39	-0,36	0,35	0,41	-0,31	-0,29	-0,33	0,24	0,06	0,16	-0,25	0
	Nº de árvores	0,34	0,30	0,33	-0,27	0,34	0,24	0,002	0,35	0,35	0,26	0,10	0,39	0,27	-0,22	-0,29
	Área basal / ha	0,34	0,29	0,31	-0,23	0,29	0,27	0,01	0,30	0,30	0,26	0,04	0,30	0,19	-0,15	-0,21
	Vol. cilíndrico/ha	0,30	0,26	0,28	-0,18	0,27	0,29	0,05	0,29	0,29	0,23	0,02	0,29	0,18	-0,14	-0,19
<i>Urera bacifera</i>	DAP	-0,09	0,10	-0,05	0,11	0,19	0,23	0,16	0,20	0,21	0,23	-0,06	0,23	0,07	0	-0,11
	Altura	0,03	0,29	0,14	0,07	0,37	0,53	0,10	0,38	0,40	0,53	-0,28	-0,01	-0,19	0,22	0,05
	Nº de árvores	0,32	0,56	0,74**	-0,32	0,37	0,34	-0,18	0,37	0,37	0,36	-0,38	-0,53	-0,52	0,56	0,17
	Área basal/ha	0,14	0,58*	0,62*	-0,09	0,49	0,57	0,14	0,50	0,51	0,39	-0,33	-0,02	-0,23	0,38	-0,07
	Vol. cilíndrico/ha	0,10	0,53	0,53	-0,04	0,43	0,56	0,18	0,44	0,46	0,35	-0,30	0,04	-0,18	0,32	-0,08
<i>Árvore morta</i>	DAP	-0,38	-0,02	-0,22	0,19	-0,26	-0,01	0,34	-0,25	-0,24	-0,17	0,09	-0,07	0,01	0,16	-0,24
	Altura	-0,26	-0,21	-0,31	0,11	-0,22	0,15	0,50	-0,20	-0,18	-0,31	0,17	0,31	0,25	-0,20	-0,27
	Nº de árvores	-0,06	-0,02	0,09	-0,10	0,05	-0,29	0,11	0,03	0,04	-0,41	0,34	0,46	0,43	-0,35	-0,43
	Área basal/ha	-0,31	0	-0,18	0,22	-0,20	-0,09	0,25	-0,19	-0,18	-0,16	0,11	0	0,06	0,09	-0,25
	Vol. cilíndrico/ha	-0,34	0	-0,15	0,18	-0,15	0	0,38	-0,14	-0,13	-0,20	0,15	0,15	0,16	0	-0,34

(*) Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

(**) Significativo à 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 4 - Coeficientes de correlação simples entre os parâmetros da vegetação e as características químicas e físicas do solo na profundidade de 20 - 40 cm (N = 20 parcelas).

Variáveis da vegetação	Variáveis do solo												
	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Valor S	CTC	Valor V	Área grossa	Área fina	Área total
<i>Croton salutaris</i>	DAP	-0,13	-0,17	0,04	0,06	0,04	-0,05	0,04	0,04	0,17	-0,26	-0,11	-0,21
	Altura	-0,26	0,02	0,04	0,02	-0,04	0,19	0,00	0,06	-0,03	-0,11	-0,13	-0,14
	Nº de árvores	0,35	0,03	-0,16	0,17	0,20	-0,25	0,25	0,21	0,31	-0,19	-0,01	-0,10
	Área basal/ha	0,14	-0,14	-0,03	0,07	0,17	-0,26	0,17	0,11	0,29	-0,26	-0,03	-0,16
<i>Guarea kunthiana</i>	Vol. cilíndrico/ha	0,03	-0,10	-0,01	-0,02	0,13	-0,17	0,13	0,09	0,29	-0,21	-0,01	-0,12
	DAP	0,30	-0,41	-0,33	0,18	0,02	-0,41	0,00	-0,15	0,40	-0,55	-0,04	-0,35
	Altura	0,30	-0,25	-0,52	0,09	-0,01	-0,48	-0,03	-0,23	0,35	-0,46	0,01	-0,27
	Nº de árvores	-0,26	-0,17	-0,42	-0,28	-0,13	0,23	0,01	0,10	-0,03	-0,06	-0,18	-0,14
<i>Myrcia rostrata</i>	Área basal/ha	0,27	-0,42	-0,56	0,07	0,04	-0,43	0,05	-0,10	0,44	-0,57	0,07	-0,30
	Vol. cilíndrico/ha	0,29	-0,32	-0,57	0,04	0,01	-0,46	-0,01	-0,19	0,39	-0,49	0,17	-0,20
	DAP	-0,41	-0,52	-0,88**	-0,21	-0,60	-0,01	0,09	-0,47	-0,50	-0,18	0,15	0,00
	Altura	-0,60	-0,61	-0,74*	-0,46	-0,66*	-0,23	0,20	-0,61	-0,58	-0,21	0,50	0,24
<i>Trichilia catigua</i>	Nº de árvores	0,20	0,29	0,27	0,12	0,22	-0,31	0,24	0,17	0,22	-0,20	0,43	0,20
	Área basal/ha	-0,32	-0,31	-0,46	-0,24	-0,39	0,10	0,05	-0,30	-0,31	-0,17	0,37	0,17
	Vol. cilíndrico/ha	-0,47	-0,45	-0,52	-0,41	-0,55	-0,16	0,13	-0,50	-0,51	-0,07	0,57	0,38
	DAP	0,12	-0,15	0,03	-0,03	-0,07	-0,16	-0,18	-0,17	0,08	0,19	-0,27	-0,07
<i>Trichilia elegans reichardiana</i>	Altura	-0,09	-0,13	0,07	-0,34	-0,10	-0,28	-0,07	-0,22	-0,11	0,15	0,28	0,27
	Nº de árvores	0,32	0,54*	0,06	0,08	0,39	0,40	-0,08	0,49*	0,23	0,08	-0,07	0,00
	Área basal/ha	0,10	-0,09	-0,06	-0,01	-0,07	-0,12	-0,14	-0,09	0,05	0,15	-0,26	-0,09
	Vol. cilíndrico/ha	0,13	-0,07	0,05	-0,08	0,01	-0,14	-0,15	-0,02	0,10	0,23	-0,22	-0,02
<i>Urera baccifera</i>	DAP	0,03	0,31	0,38	0,15	0,26	0,44	0,12	0,36	0,46	0,09	-0,11	-0,48
	Altura	-0,79**	-0,59	-0,53	-0,13	-0,63*	0,38	0,67*	-0,46	-0,58	0,32	-0,03	0,16
	Nº de árvores	-0,12	0,19	0,38	0,08	-0,03	-0,18	0,25	-0,06	0,02	-0,12	0,28	0,43
	Área basal/ha	-0,18	0,19	0,39	0,11	-0,04	-0,15	0,33	-0,07	-0,16	0,23	0,33	0,33
<i>Árvore morta</i>	Vol. cilíndrico/ha	-0,22	0,14	0,34	0,12	-0,08	-0,11	0,34	-0,09	0,02	-0,18	0,22	0,32
	DAP	0,08	-0,17	-0,17	0,30	-0,02	0,10	-0,28	0,01	-0,06	0,19	0,43	0,24
	Altura	0,19	-0,01	0,11	0,26	0,21	0,24	0,23	0,19	0,38	-0,39	0,19	-0,05
	Nº de árvores	0,36	0,40	0,73**	-0,11	0,40	0,21	-0,19	0,37	0,30	-0,34	-0,39	-0,44
<i>Árvore morta</i>	Área basal/ha	0,23	0,16	0,46	0,23	0,22	0,25	-0,25	0,24	0,21	0,33	0,14	0,02
	Vol. cilíndrico/ha	0,15	0,11	0,39	0,27	0,14	0,21	0,17	0,16	0,26	-0,09	0,19	0,09
	DAP	-0,15	-0,06	-0,22	0,44	-0,17	-0,07	0,03	-0,13	-0,15	0,14	0,07	0,11
	Altura	-0,46	-0,02	-0,32	-0,02	-0,42	-0,04	0,56	-0,38	-0,29	0,33	0,29	0,34
<i>Árvore morta</i>	Nº de árvores	-0,16	-0,06	-0,08	-0,10	-0,24	-0,29	0,11	-0,26	-0,29	0,41	0,60*	-0,41
	Área basal/ha	-0,08	-0,10	-0,24	0,52	-0,15	-0,11	-0,06	-0,12	-0,17	0,00	0,17	0,19
	Vol. cilíndrico/ha	-0,16	-0,08	-0,25	0,48	-0,22	-0,08	0,04	-0,18	-0,21	0,23	0,36	0,33
	DAP	-0,48	-0,08	-0,25	0,48	-0,22	-0,08	0,04	-0,18	-0,21	0,23	0,36	0,33

(*) Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F.

(**) Significativo à 1% de probabilidade pelo teste F.

6 CONCLUSÕES

- Todos os fatores edáficos tiveram maior valor na profundidade de 0 - 20 cm do solo, com exceção de H+Al e argila cujos teores foram mais altos na camada 20 - 40 cm.

- Ao nível de superfície do solo, somente *Myrcia rostrata* e *Urera bacifera* foram significativamente influenciadas pelos fatores edáficos, particularmente por pH, matéria orgânica, P, Ca, Valor S, CTC e Valor V.

- A grande maioria das características físicas do solo não atuou marcadamente no crescimento das espécies selecionadas.

- A espécie *Myrcia rostrata* foi a que revelou maior número de correlações entre as variáveis da vegetação e do solo.

- A vegetação da Reserva Estadual de Águas da Prata deve ter atingido a estabilidade vegetativa, pois as árvores mortas tiveram lugar de destaque em todos os parâmetros fitossociológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, N. F. 1974. *Contribuição ao relacionamento de características pedológicas e topográficas com a altura de Eucalyptus alba, na região de Santa Barbara, MG.* Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 89p. (Dissertação de Mestrado)
- BARROS, N. F. 1979. *Growth and foliar nutrient concentrations of Eucalyptus grandis in relation to spodosol properties in South Florida.* Gainesville, University of Florida. 174p. (Ph.D Thesis)
- BATISTA, E. A. 1988. *Influência de fatores edáficos no cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçu, SP.* Piracicaba, SP. Piracicaba, ESALQ/USP. 188p. (Tese de Doutorado)
- CAMARGO, O. A. *et al.* 1986. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas.* Campinas, Instituto Agrônomo. 94p. (Boletim Técnico, 106)
- GOODLAND, R. 1971. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3. *Anais...* São Paulo, Editora da USP. p. 44-60.
- GOODLAND, R. & POLLARD, R. 1973. The Brazilian cerrado vegetation. A fertility gradient. *Journal of Ecology*, London, 61(1):219-224.
- LEITE, A. M. C. & RANKIN, J. M. 1981. Relação solo-plântula de *Pithecellobium racemosum* Ducke (angelim rajado). *Acta Amazônica*, Manaus, 11(3):483-486.
- RIZZINI, D. T. 1963. Análise florística das savanas centrais. A flora do cerrado. In: FERRI, M. G. (coord.) SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO. *Anais...* São Paulo, Ed. da USP. p. 125-177.
- SAS INSTITUTE. 1979. *SAS user's guide.* Raleigh, North Carolina, SAS Institute Inc. 518p.
- SILVA, J. G. M. 1992. *Relações solo - vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no Triângulo Mineiro.* Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 110p. (Tese de Doutorado)
- SILVA JUNIOR, M. C. 1984. *Composição florística, estrutura e parâmetro fitossociológico do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, M.G.* Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 130p. (Dissertação de Mestrado)
- SILVA JUNIOR, M. C; BARROS, N. F & CÂNDIDO, J. F. 1987. Relações entre parâmetro do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, M.G. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 10:125-137.
- TOLEDO FILHO, D. V. *et al.* 1993. Composição florística do estrato arbóreo da Reserva Estadual de Águas da Prata, SP. *Revista do Instituto Florestal*. São Paulo, 5(2):113-122.
- TOLEDO FILHO, D. V. *et al.* s/d. Fitosociologia da Reserva Estadual de Águas da Prata - SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, (em preparação)

RECOMPOSIÇÃO DE FLORESTA CILIAR DE UM TRECHO DO RIO MOJI-GUAÇU MUNICÍPIO DE LUÍS ANTÔNIO, SP*

Demétrio Vasco de TOLEDO FILHO**

José Eduardo de Arruda BERTONI**

Paulo Roberto PARENTE**

Antonio Carlos Scatena ZANATTO**

RESUMO

Foi realizado um estudo sobre recomposição de mata ciliar, utilizando 29 espécies nativas e 1 exótica às margens do rio Moji-Guaçu, na Estação Ecológica de Jataí. Após seis anos e meio de observações, são apresentados os dados de DAP, altura e mortalidade nos tratamentos homogêneo e heterogêneo. Fez-se uma análise dos fatores que mais influenciaram o comportamento das espécies, tais como: ocorrência de geada, problemas hidrológicos e competição de ervas daninhas. Estes fatores que atuaram isoladamente ou associados causaram sérios prejuízos no desenvolvimento das mudas, sendo que oito espécies foram eliminadas do estudo devido à alta taxa de mortalidade. Os resultados mostram as dificuldades existentes na revegetação de margens de rios.

Palavras-chave: recomposição; espécies nativas; mata ciliar.

ABSTRACT

A study was carried out on gallery forest recomposition by applying 29 native species and 1 exotic species on the banks of Moji-Guaçu river, at Jataí Ecological Station. After six years and half past of observations, data are presented relating to DBH, height and mortality of homogeneous and heterogeneous treatments. It was made an analysis of the factors that most influenced the species behavior, such as: frost occurrence, effect of soil moisture and weed competition. These factors, which have acted separately or in association, caused serious damages on seedlings development, so eight species were kept out from the study due to high death rate. The difficulty to bring back vegetation to the banks of the rivers is showed by results obtained.

Key words: recomposition; native species; gallery forest.

1 INTRODUÇÃO

As técnicas silviculturais utilizadas na recomposição de matas ciliares ainda não estão totalmente dominadas. Devido a vários fatores, como clima, umidade do solo, sucessão secundária e escolha das espécies, toda tentativa de revegetação com espécies nativas corre algum risco de insucesso.

Segundo LIMA (1989), o ecossistema ripário é formado pelo conjunto da mata ciliar com a vegetação associada, o piso florestal e as interações com o meio.

Na regeneração artificial, segundo SEITZ (1994), ocorrem diferentes graus de interferência no processo e quanto maior for a degradação da área, mais complexa será a sua restauração.

Em cumprimento às exigências da lei e conscientes da importância do problema, empresas estatais de energia elétrica, de mineração, cooperativas agrícolas e prefeituras estão atualmente empenhadas em projetos de proteção das florestas existentes nas margens dos rios e represas. Os sistemas utilizados na implantação destes programas estão sendo baseados em informações de empresas e órgãos públicos que atuam na área.

(*) Aceito para publicação em dezembro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

A flora da bacia do rio Moji-Guaçu é uma das mais estudadas, destacando-se os trabalhos de GIBBS & LEITÃO FILHO (1978), MARTINS (1979), BERTONI (1984), BERTONI & MARTINS (1987), MANTOVANI (1983), LEITÃO FILHO *et al.* (1994). Quanto aos estudos aplicados, existem poucas informações, tendo os interessados de recorrer aos realizados em outros locais como NOGUEIRA (1977) no rio Jaguari, KAGEYAMA *et al.* (1992) em Paraibuna, SILVA & TORRES (1992) em represas no estado do Paraná, JESUS (1994) em Linhares no Espírito Santo e DURIGAN (1995) em regiões de cerrado do oeste paulista.

Na busca de trazer algum subsídio para o esclarecimento dos vários fatores que influenciam a revegetação de um local onde existiu uma floresta ripária, foi realizado um estudo de recomposição na Estação Ecológica de Jataí, utilizando-se 30 espécies arbóreas, onde são apresentados os resultados obtidos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área onde foi realizada a pesquisa

situa-se na Estação Ecológica de Jataí, pertencente ao Instituto Florestal, localizada a 21° 40'S e 47° 49'W, região nordeste do estado de São Paulo. O local de implantação do experimento, às margens do rio Moji-Guaçu, havia sofrido desmatamento para o desenvolvimento de práticas agrícolas há alguns anos e apresentava o seu ecossistema totalmente degradado e dominado pelo capim colônio (*Panicum maximum*). A vegetação dominante na região é o cerrado, sendo que próximo aos cursos d'água ocorre uma vegetação peculiar, representada por espécies adaptadas a solos úmidos e espécies comuns encontradas em matas mesófilas do sudeste brasileiro.

O clima da região pertence, pela classificação de Koeppen, ao tipo Cwa (subtropical quente de inverno seco). O balanço hídrico realizado por TOLEDO FILHO (1984) para uma precipitação anual de 1.443 mm e evapotranspiração real de 1.065 mm resultou numa deficiência hídrica de 56 mm, considerando uma armazenagem de 300 mm.

As temperaturas máximas, mínimas e médias ao longo do ano foram obtidas segundo SECRETARIA DA AGRICULTURA (1966) e constam da TABELA 1.

TABELA 1 - Médias mensais de temperatura máxima, mínima e média de Luís Antônio, 21° 33'S, 47° 43'W e 639 m de altitude segundo a Seção de Climatologia do Instituto Agrônomo de Campinas.

MÊS	TEMPERATURAS EM °C		
	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA
JAN.	29,8	18,6	24,2
FEV.	29,9	18,8	24,3
MAR.	29,7	18,1	23,9
ABR.	28,4	15,5	21,9
MAIO	26,6	12,9	19,7
JUN.	25,6	11,6	18,6
JUL.	25,8	11,0	18,4
AGO.	28,2	12,5	20,4
SET.	29,4	14,6	22,0
OUT.	29,6	16,3	22,9
NOV.	29,6	17,0	23,3
DEZ.	29,3	18,1	23,7
ANUAL	28,5	15,3	21,9

Durante a condução do experimento ocorreram duas geadas fortes, a primeira em 1990 e a segunda em 1994, causando sérios danos à maioria das espécies, chegando muitas a morrerem. Para acompanhamento do efeito da geada, adotou-se um critério subjetivo de avaliação, a saber:

EFEITO NULO - a geada não chegou a atingir as folhas da copa das árvores;

EFEITO FRACO - a geada atingiu os ramos superiores da copa;

EFEITO MÉDIO - danificou toda a copa das árvores, havendo brotação posteriormente;

EFEITO FORTE - a geada matou toda a parte aérea da árvore, mas houve brotação posteriormente;

EFEITO MUITO FORTE - morte total da árvore, sem rebrotação no período chuvoso.

O tipo de solo onde foi realizado o trabalho, se enquadra na unidade latossolo vermelho escuro (LV), associado ao solo glei húmico com textura média (OLIVEIRA 1992). Este solo apresenta uma amplitude de variação para os níveis de fertilidade, de baixo a médio.

Como o ensaio foi instalado numa faixa de 64 m de largura ao longo do rio, os indivíduos que ficaram mais próximos da margem sofreram efeito hidrológico nos períodos de cheias, quando o nível do rio se elevou.

Com base em informações de SALVADOR (1987), que considera as espécies de mata ciliar ou higrófilas em diferentes ambientes quanto à umidade do solo, dividiu-se os blocos heterogêneos em duas partes, ficando uma mais próxima e outra mais afastada ao longo do rio, fazendo a contagem das falhas das mudas separadamente.

As espécies que foram utilizadas na pesquisa, em número de 30, foram escolhidas segundo informações de NOGUEIRA (1977), REITZ *et al.* (1978), INOUE *et al.* (1984) e observações dos autores em arboretos e coleções do Instituto Florestal.

Na TABELA 2 é apresentada a listagem das espécies por ordem alfabética de nome botânico, seguido do nome popular, grupo sucessional e condições de umidade do solo.

No enquadramento das espécies estudadas quanto à sucessão secundária segundo em dois BUDOWSKY (1965), ficaram distribuídas somente

em dois grupos com maior afinidade, sendo 60% de pioneiras/secundárias iniciais e 40% de secundárias tardias/clímax. Quanto às condições de umidade do solo, as espécies foram consideradas de acordo com o seu habitat natural, sendo ordenadas em espécies de solo seco, meio úmido, úmido e diferentes ambientes. (LORENZI 1992).

Conforme TABELA 2, das 30 espécies empregadas no experimento, são todas de ocorrência natural no sudeste brasileiro, com exceção do *Syzygium cumini*, exótica e que se tornou sub-exponânea no estado de São Paulo. As demais, 23 são da bacia do rio Moji-Guaçu, sendo 3 da região oeste de São Paulo (*Balfourodendron riedelium*, *Erythrina mulungu* e *Esenbeckia leiocarpa*) e 3 da floresta atlântica (*Joannesia princeps*, *Hexachlamys edulis* e *Lafoensia glyptocarpa*).

Foram adotados dois delineamentos, um homogêneo de caráter silvicultural e outro heterogêneo, com objetivos conservacionistas. Para cada delineamento, foram instaladas duas repetições ou blocos, tendo cada um 30 tratamentos, representados por 30 espécies.

No bloco homogêneo, foram distribuídos ao acaso, 30 tratamentos, sendo cada um formado por uma parcela com 12 mudas da mesma espécie, dando 360 indivíduos.

Para o bloco heterogêneo, as 30 espécies ou tratamentos com 12 mudas, foram distribuídas ao acaso envolvendo também 360 indivíduos, ficando com as mesmas dimensões do delineamento anterior.

O espaçamento adotado foi constante de 3 x 2 m ou 6 m²/ planta, para ambos os delineamentos, resultando numa área total de 8640 m², envolvendo 360 mudas x 4 blocos x 6 m².

O experimento foi instalado em março de 1988, tendo sido o terreno roçado, arado e gradeado mecanicamente. As mudas foram produzidas em sacos plásticos de 5,0 litros e na época do plantio apresentavam alturas entre 0,60 m a 0,80 m. Não foi aplicado nenhum tipo de adubo ou corretivo no solo.

Periodicamente foi acompanhado o crescimento das mudas a partir de 6 meses até 6 anos e meio, onde foram tomadas medidas de altura e DAP.

No delineamento homogêneo, foram tomados nos primeiros anos, somente os dados de altura, enquanto no delineamento heterogêneo, devido a dificuldade de se localizar as espécies nos blocos, as medições se iniciaram aos 5 anos.

TABELA 2 - Relação das espécies utilizadas e informações sobre nome popular, sucessão vegetal, e condições de umidade do solo.

ESPÉCIE BOTÂNICA	NOME POPULAR	PROCESSO DE SUCESSÃO	CONDIÇÕES DO SOLO
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	Pau-marfim*	Sec. tardia	Seco
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Guanandi	Sec. tardia	Úmido
<i>Cariniana estrelensis</i> (Raddi) O.Ktze.	Jequitibá-branco	Sec. tardia	Seco
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) O.Ktze.	Jequitibá-vermelho	Sec. inicial	Seco
<i>Cecropia glaziovii</i> Miq.	Embaúva	Pioneira	Úmido
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	Sec. tardia	Seco
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill.	Araribá	Sec. inicial	Seco
<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	Sobrasil	Sec. inicial	Seco
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Óleo-de-copaíba	Clímax	Dif. ambientes
<i>Croton salutaris</i> Casar.	Caixeta	Sec. inicial	Muito úmido
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água	Pioneira	Úmido
<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.	Pau-de-viola	Pioneira	Muito úmido
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Tamboril	Sec. inicial	Seco
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmito	Clímax	Muito úmido
<i>Erythrina mulungu</i> Mart.	Suinã*	Sec. inicial	Seco
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	Guarantã*	Clímax	Seco
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Sec. tardia	Muito úmido
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Anda-açu*	Sec. inicial	Seco
<i>Hexachlamys edulis</i> Kaus et Legran	Pêssego-do-mato*	Sec. inicial	Seco
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	Alecrim-de-campinas	Clímax	Seco
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Clímax	Seco
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Hoehne	Mirindiba*	Sec. inicial	Seco
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	Sec. inicial	Seco
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	Canelinha	Sec. tardia	Seco
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taubert.	Canafistula	Sec. inicial	Seco
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.	Olho-de-cabra	Sec. tardia	Seco
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss	Saguaragi	Sec. inicial	Seco
<i>Syzygium cumini</i> Skells	Jambolão**	Sec. inicial	Seco
<i>Terminalia brasiliensis</i> Camb.	Amarelinho	Sec. inicial	Dif. ambientes
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	Tarumã	Sec. inicial	Seco

(*) Espécies que não ocorrem naturalmente na Bacia do rio Moji-Guaçu.

(**) Espécie exótica, sub-expontânea em todo o sudeste brasileiro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios homogêneo e heterogêneo estão apresentados nas TABELAS 3 e 4 permitem observar que, de modo geral,

o comportamento das espécies foi semelhante. Na análise estatística dos dados aos 6 anos e meio de idade, houve diferença significativa entre os dados de DAP, enquanto os valores de altura não apresentaram diferença.

TABELA 3 - Dados de DAP (cm) e altura (m) do delineamento homogêneo, dos 5 meses aos 6,5 anos de idade, por ordem decrescente de altura do último ano, com o resultado da análise estatística.

TRATAMENTOS	NOME POPULAR	5 MESES	13 MESES	21 MESES	28 MESES	5 ANOS	6,5 ANOS
			ALTURA	DAP	ALTURA	DAP*	ALTURA**
<i>Croton urucurana</i> Bail	Sangra-d'água	0,7	0,9	2,9	5,5	7,4	12,0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Tamboril	0,9	1,9	2,2	2,7	8,8	13,5
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Anda-açu	0,9	1,8	2,7	3,7	6,4	16,1
<i>Erythrina mulungu</i> Mart.	Suinã	1,0	1,5	1,6	2,1	4,3	11,1
<i>Syzygium cumini</i> Skells	Jambolão	1,8	1,9	2,5	3,2	6,7	13,2
<i>Centrolebium tomentosum</i> Guill.	Araribá	1,5	1,7	2,7	3,5	5,4	11,1
<i>Cecropia glaziovii</i> Miq.	Embaúva	0,7	1,6	2,6	3,5	5,4	8,6
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	Canelinha	0,8	1,1	1,3	3,5	4,9	13,1
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	0,7	1,7	1,8	2,2	4,0	7,0
<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	Sobrasil	1,3	1,9	2,4	3,1	3,2	8,4
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taubert.	Canafistula	1,2	1,7	2,5	2,7	4,5	10,2
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Hoehne	Mirindiba	1,1	1,3	1,6	3,7	3,6	6,8
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Óleo-de-copaíba	0,7	0,8	0,9	1,4	2,1	7,4
<i>Terminalia brasiliensis</i> Camb.	Amarelinho	1,1	1,4	1,9	1,9	2,0	6,0
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	Tarumã	0,7	1,0	1,8	2,5	2,1	6,7
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss	Saguaraçá	0,9	0,8	1,0	1,7	2,7	5,1
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	Pau-marfim	1,2	1,5	2,4	1,2	2,0	4,2
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	0,7	1,2	1,7	2,2	2,1	3,2
<i>Hexachlamys edulis</i> Kaus et Legran	Pêssego do mato	0,7	0,9	1,1	2,3	1,5	5,5
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	0,8	1,1	1,5	1,8	2,4	4,7
<i>Cyathoxylum myrianthum</i> Cham.	Pau-de-viola	1,2	1,0	1,1	1,6	1,8	6,5
<i>Carintiana estrellensis</i> (Raddi) O.Ktze.	Jequitibá-branco	1,2	1,3	1,4	1,2	2,0	5,2
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	0,7	0,6	1,0	1,5	1,2	3,2
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	Guaranã	1,1	1,2	1,9	1,1	1,1	-
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Guandandi	1,5	1,7	1,9	2,2	2,7	-
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	Alecrim-de-campinas	1,0	0,9	1,8	2,1	0,6	-
<i>Croton salutaris</i> Casar.	Caixeta	0,6	0,7	1,2	2,2	1,2	-
<i>Carintiana legalis</i> (Mart.) O.Ktze.	Jequitibá-vermelho	1,0	1,2	1,6	1,2	1,0	-
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.	Olho-de-cabra	0,3	0,4	0,7	1,2	1,1	-
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmito	0,9	0,8	-	0,5	0,7	-

CV = 16,81%
*DAP DMS 5% = 5,85
DMS 1% = 6,61

CV = 29,48%
**ALT. DMS 5% = 4,35
DMS 1% = 5,17

TABELA 4 - Dados de DAP e altura do tratamento heterogêneo, aos 5 e 6 anos e meio de idade por ordem decrescente de altura do último ano, com o resultado da análise estatística.

TRATAMENTOS	5 ANOS		6,5 ANOS	
	DAP cm	ALTURA m	DAP* cm	ALTURA** m
<i>Croton urucurana</i> Baill	7,8	4,7	12,4	6,2
<i>Cecropia glaziovii</i> Miq.	7,9	3,8	11,8	5,4
<i>Erythrina mulungu</i> Mart.	8,6	2,5	11,0	5,0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	7,4	3,9	9,0	4,7
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	3,7	2,6	5,4	4,5
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	4,6	2,8	10,4	4,4
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taubert.	6,3	4,0	8,1	4,4
<i>Terminalia brasiliensis</i> Camb.	5,4	2,4	6,9	4,4
<i>Cytherexylum myrianthum</i> Cham.	4,2	2,7	6,8	4,3
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	4,3	3,2	6,2	3,8
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	3,5	2,9	4,3	3,7
<i>Syzygium cumini</i> Skells	3,9	1,5	7,4	3,6
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	2,4	1,7	4,1	3,5
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill.	4,9	2,8	5,7	3,3
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Hoehne	4,5	2,6	5,9	3,2
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	3,2	2,0	4,4	2,9
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	3,6	1,9	4,2	2,7
<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	3,3	1,7	3,9	2,6
<i>Genipa americana</i> L.	3,0	1,5	3,8	2,2
<i>Cariniana estrelensis</i> (Raddi) O.Ktze.	2,9	0,9	3,4	2,1
<i>Hexachlamys edulis</i> Kaus et Legran	2,6	1,6	3,8	2,0
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss	2,7	1,2	3,4	1,6
CV = 20,87%	CV = 18,79%			
*DAP DMS 5% = 5,55	**ALT. DMS 5% = 2,82			
DMS 1% = 6,59	DMS 1% = 3,35			

3.1 Delineamento Homogêneo

Conforme TABELA 3, para os dados do último ano, os tratamentos se diferenciaram para o DAP ao nível de significância de 5% e 1%, e para a altura houve diferença estatística apenas ao nível de 5% de significância.

Observou-se que o plantio de *Euterpe edulis*, desde o primeiro ano não suportou as condições de pleno sol, começando a definhar, havendo baixa total no segundo ano. A *Ormosia arborea* também não se adaptou, apresentando crescimento lento. Outras espécies como a *Cariniana legalis*, *Croton salutaris*, *Holocalyx balansae*, *Calophyllum brasiliense*, *Esenbeckia leiocarpa* e *Cedrela fissilis*, tiveram problemas provavelmente edafoclimáticos associados à

sucessão secundária, tendo sido eliminados do estudo, por apresentarem mais de 50% de falhas no último ano.

Os 22 tratamentos remanescentes, de modo geral e como era de se esperar, mostraram que as espécies pioneiras e secundárias iniciais, como *Croton urucurana*, *Cecropia glaziovii*, *Centrolobium tomentosum* e *Peltophorum dubium*, tiveram índices dendrométricos superiores às espécies secundárias tardias e climax, como *Hymenaea courbaril*, *Genipa americana*, *Copaifera langsdorffii* e *Cariniana estrelensis*.

Para a *Cariniana legalis*, espécie nativa na região, que atinge grande porte e ocorre inclusive em matas próximas ao rio Moji-Guaçu, observou-se um crescimento aquém do esperado, tendo sido eliminado no final do estudo. ZANATTO

et al. (1982) em ensaio com esta espécie em Luís Antônio, sob vários espaçamentos, em solo seco, encontrou médias de altura aos 7 anos, variando entre 6,6 a 7,2 m.

O ensaio apresentou um desenvolvimento regular aos 2 anos e 4 meses, quando em julho de 1990, a região foi castigada por forte geada, causando sérios prejuízos aos tratamentos. A recuperação das plantas demorou mais de dois anos, quando foi iniciado novamente o acompanhamento dendrométrico. Todavia, passado esse tempo, muitas espécies não tinham se recuperado, mostrando médias de altura aos 5 anos, inferiores ou quase iguais aos 2 anos e 4 meses, como *Croton urucurana*, *Erythrina mulungu*, *Syzygium cumini*, *Cecropia glaziovii*, *Luehea divaricata*, *Peltophorum dubium*, *Terminalia brasiliensis*, *Balfourodendron riedelianum*, *Hymenaea courbaril*, *Cytharexylum myrianthum* e *Cariniana estrelensis*.

Aos 6 anos e meio, as médias de DAP e altura foram bem superiores à medição anterior com 5 anos, comprovando que as mudas estavam bem recuperadas da geada anterior e se desenvolvendo normalmente. Porém, em julho de 1994, novamente o experimento foi atingido pela ocorrência de geada forte. Logo após, foram feitas as observações dos efeitos da geada nas diferentes espécies, constantes na TABELA 6.

3.2 Delineamento Heterogêneo

A análise estatística dos dados aos 6 anos e meio mostrou, conforme TABELA 4, que houve diferença estatística entre os tratamentos para DAP e altura a nível de 5% e 1% de significância.

Devido a grande porcentagem de falhas, foram eliminadas as mesmas oito espécies do tratamento homogêneo, com dados somente aos 5 e 6 anos e meio.

Como era esperado, as espécies pioneiras de rápido crescimento e madeira leve, superaram as demais, cujo crescimento é mais lento e maior densidade de madeira.

Os resultados de Luís Antônio mostraram-se inferiores quando comparados com os de outros autores, conforme TABELA 5, como SILVA & TORRES (1992), colhidos em três represas da COPEL no estado do Paraná, com temperaturas médias em torno de 20°C e os da CESP em Paraibuna-SP, apresentados por KAGEYAMA *et al.* (1992).

Na escolha das espécies para a recomposição de florestas naturais, além das características silviculturais, devem ser considerados os aspectos ecológicos, climáticos e edáficos. (CARVALHO 1994). Estes fatores podem atuar com maior ênfase isoladamente ou agirem associados, conjuntamente na formação de nova floresta.

TABELA 5 - Dados de alturas médias em metros de espécies plantadas em represas da COPEL - Paraná e reservatórios da CESP em Paraibuna-SP, comparadas com dados de espécies correspondentes observadas em Luís Antônio - SP, com as respectivas idades.

ESPÉCIES	COPEL - PR 5 ANOS	LUÍS ANTÔNIO - SP 6,5 ANOS	PARAIBUNA - SP 7 ANOS
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	4,4	3,9	-
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill.	7,2	4,1	6,1
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	5,6	5,0	9,6
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taubert.	6,0	4,0	-
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	1,9	3,8	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	2,4	3,8	-
<i>Syzygium cumini</i> Skells	6,3	4,5	5,7
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	4,6	2,5	8,5
<i>Genipa americana</i> L.	3,3	2,2	-
<i>Cariniana estrelensis</i> (Raddi) O.Ktze.	3,8	1,6	-
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	4,4	3,1	5,8
<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	3,6	3,2	-
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	3,8	5,3	6,1
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	3,9	2,8	-

TABELA 6 - Efeito da geada e porcentagens de falhas nos delineamentos homogêneo e heterogêneo.

	EFEITO DA GEADA	TALHÃO HOMOGÊNEO	TALHÃO HETEROGÊNEO
<i>Hexachlamys edulis</i> Kaus et Legran	nulo	0,0	0,0
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill.	nulo	12,5	10,1
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	nulo	12,5	6,2
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	nulo	29,1	39,5
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	fraco	7,3	7,8
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	fraco	8,4	18,5
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	fraco	12,5	6,2
<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	fraco	16,6	26,0
<i>Erythrina mulungu</i> Mart.	fraco	16,6	12,1
<i>Croton urucurana</i> Baill	fraco	21,0	27,0
<i>Terminalia brasiliensis</i> Camb.	fraco	27,5	17,7
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taubert.	fraco	33,3	40,2
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	médio	12,5	12,5
<i>Colubrina glandulosa</i> Perk.	médio	32,0	28,5
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Hoehne	médio	47,4	49,3
<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.	médio	48,0	43,8
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	médio	46,6	47,0
<i>Genipa americana</i> L.	forte	29,1	37,0
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss	forte	33,0	38,0
<i>Cecropia glaziovii</i> Miq.	forte	46,0	43,8
<i>Syzygium cumini</i> Skells	forte	47,4	48,0
<i>Cariniana estrelensis</i> (Raddi) O.Ktze.	forte	46,6	49,3
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	forte	66,6	64,8
<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	forte	79,1	85,8
<i>Croton salutaris</i> Casar.	forte	96,0	94,0
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	forte	96,0	98,5
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) O.Ktze.	forte	96,0	94,0
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	forte	96,0	94,0
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.	muito forte	100,0	100,0
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	muito forte	100,0	100,0

3.3 Fatores que Afetaram o Desenvolvimento das Plantas

3.3.1 Ocorrência de geadas

Durante a condução do experimento, ocorreram duas geadas em Luís Antônio, nos meses de julho de 1990 e 1994.

Na TABELA 6, são apresentados os diferentes níveis do efeito da geada e a porcentagem de falhas observadas nos tratamentos aos 6 anos e meio. Para uma escala gradual crescente, nota-se que em algumas espécies, o efeito foi nulo, não atingindo nem as folhas dos indivíduos, enquanto que para as últimas o efeito foi muito forte, resultando índices elevados de mortalidade.

Verificou-se também que as taxas de mortalidade para os tratamentos homogêneo e heterogêneo para cada espécie das 30 estudadas, de certa forma foram equivalentes e acompanharam o

efeito da geada. Quanto maior o efeito da geada, maior a porcentagem de falhas.

Durante um estudo da vegetação de cerrado em Luís Antônio, TOLEDO FILHO (1984) observou, depois de uma forte geada, que 20,9% dos indivíduos representados por árvores e arbustos foram atingidos fortemente e muitos chegaram a morrer. Isto ocorre com certa frequência nas matas de todo o estado de São Paulo, propiciando condições favoráveis para grandes incêndios florestais.

Em projetos de recuperação com essências nativas, as espécies umbrófilas, nos primeiros anos, além de sofrerem a ação direta do sol, ficam mais expostas ao frio, e no caso de haver baixas temperaturas pode ocorrer perda total dos indivíduos.

Mesmo existindo uma vegetação exuberante nas margens do rio Moji-Guaçu, representada por uma rica flora e circundada nas

proximidades pelo cerrado, a região de Luís Antônio é muito influenciada pela ocorrência de geadas, que constituem um dos fatores limitantes na recomposição de áreas alteradas e na regeneração natural de florestas nativas.

3.3.2 Efeito da umidade do solo

A Estação Ecológica de Jataí está localizada em região de planície e quando o rio Moji-Guaçu extravasa, na época das cheias, inunda as áreas próximas das margens, sendo necessário certo tempo para que o solo volte às condições normais de aeração. Nestes períodos, a umidade causa grande influência na vegetação.

Algumas espécies do presente estudo são adaptadas a diferentes condições de umidade do solo. Segundo LORENZI (1994) as condições naturais de *Croton salutaris* e *Erythrina mulungu* são de terrenos raramente sujeitos à inundação, *Cytherexylum myrianthum* é de locais periodicamente inundados e *Calophyllum brasiliensis*, *Cecropia glaziovi* e *Croton urucurana*, de solos alagadiços e brejosos.

Como a pesquisa está localizada em terreno próximo ao rio que é periodicamente inundado, era de se esperar que as espécies indicadas para tais condições, apresentassem um desenvolvimento satisfatório. Todavia, isto não ocorreu com aquelas espécies, o que pode ser explicado pela existência de vários fatores interagindo.

No cálculo da porcentagem de falhas para os blocos heterogêneos verificou-se que os índices de falhas apresentaram valores diferentes, com 32,5% de mortalidade para a metade mais afastada e 43,1% de falhas para a metade mais próxima do rio, sugerindo uma influência da umidade do solo.

A umidade do solo pode estar associada aos baixos índices de fertilidade do solo. Para DURIGAN (1995), a revegetação da mata ciliar em regiões de cerrado é influenciada por fatores de natureza nutricional e baixa capacidade de fornecimento de nutrientes à vegetação, contribuindo para o fraco desempenho de espécies florestais oriundas de solos mais férteis.

Se as condições de topografia de Luís Antônio fossem semelhantes às regiões mais íngremes de rios de planalto, onde dificilmente as margens são inundadas ou se o ensaio tivesse sido implantado em local mais afastado do rio, o comportamento das espécies poderia ser diferente.

Segundo CARPANEZZI (1991) a resiliência é a capacidade de recuperação natural de um ecossistema e depende do padrão do distúrbio que o local sofre. Como a área em que foi instalado o ensaio, teve seu ecossistema destruído, chegando ao ponto extremo da degradação, terá uma baixa resiliência. Neste caso, poderá chegar a reabilitar algumas de suas características iniciais, mas a sua restauração à condição original, será muito difícil.

Os autores observaram que em florestas remanescentes próximas do ensaio, existe uma faixa de 60 a 100 m de largura ao longo do rio, cujas árvores são de porte menor que a vegetação mais afastada, representada por árvores de grande porte. A seguir vem uma zona de transição com espécies de cerrado, entrecortadas por lagoas naturais e depois com uma pequena elevação do terreno, surge a vegetação exclusiva de cerrado.

3.3.3 Competição de ervas daninhas

Como o local da pesquisa estava dominado pelo *Panicum maximum*, que atinge 3 metros de altura, a área foi conservada limpa e eliminada toda gramínea invasora. Apesar desta operação ter se repetido 2 vezes ao ano, o capim sempre voltava e competia com as mudas, causando algum prejuízo às mesmas.

Com prática de 15 anos em revegetação na Floresta Rio Doce-ES, JESUS (1994) recomenda para área recoberta de vegetação invasora, uma roçada manual, deixando os arbustos e árvores remanescentes e empregando uma densidade de 2.500 mudas/ha, utilizando no mínimo 10 espécies com 60% de pioneiras e o restante de secundárias e clímax. Em Luís Antônio, o modelo utilizado foi de 1.666 mudas/ha com 30 espécies, sendo 60% de pioneiras/secundárias iniciais e 40% de secundárias tardias/clímax.

Para DAVIDE (1994), na recuperação de áreas degradadas, cada espécie faz parte de um grupo ecológico, que sofre influência do processo de sucessão secundária, umidade e fertilidade do solo, sendo que seu desempenho é influenciado pelas características do sítio em que foi implantado e da competição de ervas daninhas.

Para SEITZ (1994), as técnicas aplicadas em determinada área podem ser inócuas para outras, pois foram testadas em ambientes diferentes e quando usadas em situações distintas, podem não trazer os resultados esperados.

Por se tratar de um ecossistema frágil e complexo, em que diversos fatores interagem conjuntamente e no caso de Luís Antônio, ter sofrido perturbação severa, o sistema utilizado deve ser reavaliado. Talvez o processo de recomposição artificial aliado a regeneração natural seja o mais indicado, pelo fato da existência de banco de sementes nas proximidades da área estudada.

4 CONCLUSÕES

Houve diferença estatística entre os tratamentos homogêneo e heterogêneo para as médias do DAP e não para as alturas.

O tratamento homogêneo se diferenciou para o DAP a nível de 1% e 5% de significância e para a altura somente a nível de 5%.

O tratamento heterogêneo foi diferente para DAP e altura a nível de 5% e 1% de significância.

A ocorrência de geada causou grande impacto nos tratamentos e associada a sucessão secundária provocou o insucesso de algumas espécies.

O efeito da umidade do solo também contribuiu para os altos índices de mortalidade entre os tratamentos.

A competição de ervas daninhas prejudicou o pleno desenvolvimento de algumas espécies.

O sistema utilizado e o local da pesquisa, influenciou os resultados dos tratamentos.

Devido ao alto grau de perturbação que sofreu, o ecossistema original poderá ser reabilitado, mas nunca restaurado completamente.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da PqC Ana Cristina M. F. Siqueira pela análise estatística e opiniões sobre o presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTONI, J. E. 1984. *Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta no interior do Estado de São Paulo: Reserva Estadual de Porto Ferreira*. Campinas, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 196p. (Dissertação de Mestrado)
- BERTONI, J. E. & MARTINS, F. R. 1987. Composição florística de uma floresta ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. *Acta botânica brasílica*, Rio de Janeiro, 1(1):17-26
- BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba*, Turrialba, 15:40-42.
- CARPANEZZI, A. A. 1991. *Talhões pioneiros para a recuperação de ecossistemas florestais degradados*. Rio Claro, UNESP. 12p. (Apostila - Área de Biologia Vegetal)
- CARVALHO, P. E. R. 1994. *Espécies florestais brasileiras. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Brasília, EMBRAPA - C.N.F.F. 639p.
- DAVIDE, A. C. 1994. Seleção de espécies vegetais para recuperação de áreas degradadas. SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz do Iguaçu - PR, nov. 6-10, 1994. *Anais...* Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. p. 111-122.
- DURIGAN, G. 1995. Revegetação de mata ciliar em regiões de cerrado. Mesa redonda de modelos desenvolvidos para recuperação de mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATAS CILIARES, 2, Ribeirão Preto-SP, jan. 22-27. *Anais...* p. 397. (Resumos)
- GIBBS, P. E. & LEITÃO FILHO, H. F. 1978. Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi Guaçu, State of São Paulo, S.E. Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 1:151-156.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V. & KUNIYOSHI, Y. S. 1984. *Projeto madeira do Paraná*. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. 260p.
- JESUS, R. M. 1994. Revegetação: da teoria à prática. Técnicas de implantação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz de Iguaçu-PR, nov. 6-10, 1994. *Anais...* Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. p. 123-134.
- KAGEYAMA, P. Y. & EQUIPE TÉCNICA DA CESP. 1992. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, 8(25):1-43.
- LEITÃO FILHO, H. F. *et al.* 1994. *Estudos de ecologia da mata ciliar dos Rios Mogi Guaçu e*

TOLEDO FILHO, D. V. de *et al.* Recomposição de floresta ciliar de um trecho do rio Moji-Guaçu, município de Luís Antônio, SP.

- Peixe, U.H.E. Mogi Guaçu - SP, Parque Ecológico da UNICAMP/FUNDET/CESP. 73p. (Relatório de Atividades)
- LIMA, W. P. 1989. Função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, São Paulo, abr. 11-15, 1989. *Anais...* Campinas, Fundação Cargill. p. 25-42.
- LORENZI, H. 1992. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, Editora Plantarum. 352p.
- MANTOVANI, W. 1983. *Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo*. Campinas, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 147p. (Dissertação de Mestrado)
- MARTINS, F. R. 1979. *O método dos quadrantes e da fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo - Parque Estadual da Vassununga*. São Paulo, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 239p. (Tese de Doutorado)
- NOGUEIRA, J. C. B. 1977. *Reflorestamento heterogêneo com espécies indígenas*. São Paulo, Instituto Florestal. 71p. (Boletim Técnico, 24)
- OLIVEIRA, J. B. 1992. *Carta pedológica semidetalhada do Estado de São Paulo. Quadricula Ribeirão Preto*. Campinas, Instituto Agrônomo. (Escala 1:10.000)
- REITZ, P.; KLEIN, R. M. & REIS, A. 1978. Projeto madeira Santa Catarina. Levantamento das espécies florestais nativas em Santa Catarina com possibilidades de incremento e desenvolvimento. *Sellowia*, Itajaí, 30(28/30):1-320.
- SALVADOR, J. L. G. 1987. *Considerações sobre matas ciliares e a implantação de reflorestamentos nas margens de rios e reservatórios*. São Paulo, Companhia Energética de São Paulo. 29p. (Série Divulgação e Informação, 105)
- SEITZ, R. A. 1994. A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz de Iguaçu - PR, nov. 6-10, 1994. *Anais...* Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. p. 103-110.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA do Estado de São Paulo. 1966. *Carta climática do Estado de São Paulo. Sistema Koeppen*. Campinas, Instituto Agrônomo, Seção de Climatologia Agrícola. 1p.
- SILVA, L. B. X. & TORRES, M. A. V. 1992. Espécies florestais cultivadas pela COPEL - PR (1974-1988). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, mar./abr. 20-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 4(único):585-594. Pt. 2. (Edição Especial)
- TOLEDO FILHO, D. V. 1984.

PRODUÇÃO DE FOLHEDO EM MATAS CILIARES NA REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO¹

Giselda DURIGAN²
Hermógenes de Freitas LEITÃO FILHO³
Sérgio Nereu PAGANO⁴

RESUMO

Acompanhou-se a produção de folheto ao longo de 12 meses em três fragmentos de matas ciliares, na região oeste do Estado de São Paulo, nos seguintes locais: Estação Experimental de Marília (22°01'S e 49°55'W), Fazenda Berrante (22°42'S e 50°31'W) e Estação Ecológica de Assis (22°35'S e 50°22'W). Utilizaram-se 50 coletores de 50 cm x 50 cm, distribuídos em 5 blocos de 10, instalados em ambientes distintos em relação à estrutura florestal e à disponibilidade de água no solo. A produção de folheto foi muito diferente entre locais, sendo maior nas regiões de domínio de floresta mesófila do que em domínio de cerrado. Dentro de um mesmo local, a produção em áreas com solo bem drenado foi consideravelmente superior à das áreas com lençol freático superficial. No entanto, a sazonalidade da caducifolia se manteve, em proporções semelhantes, para todas as áreas, independentemente da profundidade do lençol freático.

Palavras-chaves: mata ciliar; produção de folheto.

ABSTRACT

Litter production in three fragments of riparian forests in the western region of São Paulo State, Brazil, have been studied: Estação Experimental de Marília (22°01'S and 49°55'W), Fazenda Berrante (22°42'S and 50°31'W) and Estação Ecológica de Assis (22°35'S and 50°22'W). It was evaluated for 12 months, using 50 traps (50 cm x 50 cm), distributed in 5 blocks of 10. These were located at sites with different soil types, soil moisture and forest structures. Litter production was greater in forest regions than in the "cerrado" domain. It was also different among the fragments in forest regions. Within forest sites, litter production on well drained soil was greater than in areas with wet soil.

Key words: riparian forest; litter production.

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais úmidas são freqüentemente mencionadas como sendo o melhor exemplo de ecossistema auto-sustentável. Extremamente complexas, têm na sua alta diversidade e na eficiente ciclagem de elementos minerais algumas das explicações para o seu equilíbrio e aparente perpetuidade.

Os estudos de ciclagem de nutrientes em florestas tropicais são relativamente recentes no mundo, sendo que no Brasil concentram-se na década de 80, com poucos trabalhos desenvolvidos.

Estudos específicos sobre matas ciliares são, naturalmente, ainda mais escassos. DELITTI (1989) afirma que "as matas ciliares apresentam padrão de funcionamento semelhante às demais florestas da mesma zona climática, não divergindo de forma significativa dos valores esperados pelas previsões em escala mundial". Esses padrões, segundo BRAY & GORHAM (1964), partem de uma correlação inversa entre latitude e produção de folheto, com um máximo teórico de 15 t/ha/ano próximo ao Equador e menos de 1 t/ha/ano nas regiões polares.

(1) Aceito para publicação em dezembro de 1996.

(2) Instituto Florestal, Estação Experimental de Assis, Caixa Postal 104, 19800-000, Assis, SP, Brasil..

(3) *In memoriam*. Instituto de Biologia, UNICAMP, Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, 13081-970, Campinas, SP, Brasil.

(4) Instituto de Biociências, UNESP, Caixa Postal 199, Rio Claro, SP, Brasil.

A produção de folhedeo tem sido adotada como uma estimativa da produção primária líquida mínima de diferentes ecossistemas. Há, sem dúvida, uma complexa interação de fatores determinando a sazonalidade e a quantidade de folhas que caem do dossel ao longo do ano em diferentes tipos de florestas. Estes fatores interagem diferentemente em diferentes situações, fazendo variar a produção de folhedeo. Considerando apenas matas ciliares, DELITTI (1989) menciona uma variação entre 5,68 e 10,50 t/ha/ano.

Visando acrescentar dados que auxiliem a compreensão dessas variações, estudou-se, neste

trabalho, a produção de folhedeo em três fragmentos de matas ciliares situadas em diferentes tipos de solo sob condições distintas de umidade do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

Os três fragmentos de matas ciliares estudados situam-se na região oeste do Estado de São Paulo, estando caracterizados geograficamente na TABELA 1 e descritos a seguir:

TABELA 1 - Caracterização geográfica das áreas de amostragem de matas ciliares do oeste paulista.

	EST. ECOL. DE ASSIS	EST. EXP. DE MARÍLIA	FAZENDA BERRANTE
MUNICÍPIO	Assis	Marília	Tarumã
LATITUDE	22° 35' S	22° 01' S	22° 42' S
LONGITUDE	50° 22' W	49° 55' W	50° 31' W
ALTITUDE	500 m	440 m	520 m
CLIMA (segundo Köppen)	Cwa	Cwa	Cwa
FORMAÇÃO VEGETAL ADJACENTE	Cerradão	Floresta mesófila semidecídua	Floresta mesófila semidecídua
BACIA HIDROGRÁFICA	Rio Paranapanema	Rio Aguapeí (Bacias do oeste)	Rio Paranapanema

2.1.1 Estação Ecológica de Assis

A mata ciliar estudada está inserida em um fragmento de cerradão cuja área total é de 1312,38 ha, estando situada às margens do córrego Campestre, município de Assis, SP.

A área pertenceu à FEPASA, tendo sofrido pastoreio extensivo, exploração seletiva de madeira para dormentes e lenha para caldeiras até cerca de 20 anos atrás, quando teve a sua administração transferida para o Instituto Florestal, passando a ser protegida contra incêndios e suspensão toda e qualquer forma de exploração.

2.1.2 Estação Experimental de Marília

A área de amostragem está inserida em um fragmento de floresta mesófila semidecídua cuja área total é de 154,80 ha, às margens do córrego Santa Helena, município de Marília, SP. A mata sofreu exploração seletiva de madeiras nobres, como a peroba e o ipê-roxo, entre outras. A maior parte da mata encontra-se dominada por lianas, que proliferaram em decorrência das perturbações antrópicas e dificultam a regeneração natural.

2.1.3 Fazenda Berrante

A área de amostragem está inserida em um fragmento de floresta mesófila semidecídua, que ocupa uma área de 2,0 ha, às margens do córrego da Aldeia, município de Tarumã, SP. Este fragmento, a despeito da área reduzida, apresenta poucos sinais de degradação. As árvores do estrato dominante foram preservadas, havendo indivíduos de grande porte de espécies nobres praticamente exterminadas da região, como o guaritá, a cabreúva, a peroba rosa e o saguaragi.

As lianas, que tendem a invadir a mata a partir das bordas, têm sido eliminadas mais ou menos a cada cinco anos, liberando o crescimento das árvores jovens e favorecendo a germinação e o estabelecimento das plântulas de espécies arbóreas, de modo que hoje se encontra regeneração natural abundante e diversa sob o dossel.

2.2 Caracterização Ambiental

2.2.1 Solo

Para cada um dos fragmentos florestais estudados foi aberta uma trincheira de 1,5 m x 1,5 m, com até 2,0 m de profundidade, distante 15 m da margem do córrego. Coletaram-se amostras de todos os horizontes dos perfis, que foram descritas segundo método adotado pela EMBRAPA (1988) e submetidas à análise química e física.

Além destas trincheiras, foram efetuadas tradagens junto à margem dos córregos nas áreas com lençol freático superficial em Assis e Marília.

2.2.2 Clima

O clima das áreas de estudo, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com o período de chuvas concentrado nos meses de verão e de secas no inverno, com geadas fracas esporádicas.

Ao longo dos 12 meses em que se efetuou a coleta de folheto, acompanhou-se a precipitação pluviométrica nos postos meteorológicos mais próximos das áreas de estudo, quais sejam: Estação Experimental de Assis (IAC), Usina Nova América e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) - Marília.

2.2.3 Vegetação

Os fragmentos florestais estudados estão inseridos em duas grandes formações vegetais. A mata ciliar da Estação Ecológica de Assis situa-se em área de domínio do cerrado, na zona marginal de ocorrência desta formação ao sul do Brasil. A fisionomia da vegetação regional, segundo DURIGAN *et al.* (1987), é predominantemente cerradão, com as espécies arbóreas formando um dossel contínuo.

Os outros dois fragmentos inserem-se na formação florestal que revestia quase todo o interior do Estado de São Paulo, parte de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, oeste do Paraná e Santa Catarina, estendendo-se até o Rio Grande do Sul, Paraguai e Argentina. Essa formação tem recebido várias denominações: Floresta Latifoliada da Bacia Paraná-Uruguaí (VELOSO, 1962), Matas Sub-tropicais do Leste e Sul do Brasil (HUECK, 1972) e Mata Atlântica de Interior (RIZZINI, 1979). LEITÃO FILHO (1982) classifica-a como Mata de Planalto ou Floresta Latifoliada Semicaducifolia e EITEN (1983) considera-a como Floresta Atlântica, enquadrando-a em uma subdivisão descrita como Floresta Tropical Latifoliada Mesofítica Perenifolia de Terra Firme. No mapa de vegetação do Brasil, elaborado pelo IBGE (1988), a vegetação florestal desta região corresponde à Floresta Estacional Semidecidual. Mais recentemente, MARTINS (1991) adotou o termo Floresta Mesófila Semidecídua para se referir a esta formação.

As matas ciliares em que se efetuaram as coletas de folheto foram objeto de estudo florístico e fitossociológico do estrato arbóreo, realizado por DURIGAN & LEITÃO FILHO (1995). A partir dos dados destes levantamentos foi possível estratificar a vegetação arbórea ($DAP \geq 5$ cm) de cada uma das áreas de coleta de folheto, caracterizando-se a densidade, grau de cobertura (projeção das copas), altura média, área basal e espécies mais abundantes.

2.3 Produção de Folheto

Para estimativa da produção de folheto nas áreas de amostragem, instalaram-se cinquenta coletores em cinco situações distintas:

1. Estação Ecológica de Assis - faixa de 0 a 10 m de distância do leito do rio, com lençol freático entre 0 e 40 cm de profundidade.
2. Estação Ecológica de Assis - faixa de 20 a 30 m de distância do rio, com lençol freático profundo (abaixo de 120 cm).
3. Estação Experimental de Marília - faixa de 0 a 10 m, a partir da margem do rio, com lençol freático entre 20 e 100 cm de profundidade.
4. Estação Experimental de Marília - faixa de 20 a 30 m, a partir da margem do rio, com lençol freático profundo, abaixo de 120 cm (rocha).
5. Fazenda Berrante - faixa de 10 a 20 m de distância do rio, lençol freático abaixo de 120 cm (rocha):

Para cada situação foram instalados 10 coletores de 0,50 m x 0,50 m, distantes no mínimo 10 m entre si e distribuídos aleatoriamente.

A coleta de folheto foi efetuada mensalmente, no último dia de cada mês, durante um ano (julho/1992 a junho/1993). O material coletado foi seco em estufa a 70°C, até peso constante, e pesado em balança eletrônica, separando-se as folhas das outras frações do folheto (ramos, cascas, flores, frutos, etc.).

2.4 Oscilação do Lençol Freático

Para monitoramento do nível do lençol freático foram enterrados, em diferentes distâncias da margem, em posição vertical, canos de PVC de 4", com até 1,20 m de comprimento, perfurados em toda a extensão. Em Assis, na faixa úmida, foram instalados dois tubos, a 1 m e a 7 m da margem do córrego, e na faixa seca apenas um, a 25 m da margem. Em Marília, foram instalados dois tubos na área úmida, a 2 m e a 7 m da margem e um terceiro na área seca, a 25 m da margem. Na Fazenda Berrante, apenas um tubo foi instalado, a 15 m da margem do córrego. Mediu-se o nível da água no interior dos canos mensalmente, em data coincidente com a de coleta do folheto.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos para cada uma das áreas de amostragem são apresentados a seguir:

3.1 Estação Ecológica de Assis

3.1.1 Solo

A trincheira aberta a 15 m da margem do córrego Campestre apresenta solo do tipo Areia Quartzosa álica, hidromórfica, A fraco, segundo o Sistema Nacional de Levantamento e Classificação de Solos (CAMARGO *et al.*, 1987). Trata-se de solo muito ácido, com baixíssimos teores de cálcio, magnésio e potássio e alta saturação de alumínio. As características físicas do perfil conferem a este solo uma baixa capacidade de retenção de água. No entanto, a posição da área de amostragem, às margens do córrego, faz com que o nível do lençol freático seja elevado e, portanto, com boa condição de fornecimento de água à vegetação.

As tradagens junto à margem apontam a existência de uma faixa estreita de solo aluvial (variável de 0 a 5 m de largura), cuja profundidade não ultrapassa 50 cm.

3.1.2 Cobertura florestal

Na faixa de mata entre 0 e 10 m de distância da margem, onde o lençol freático é superficial, o estrato arbóreo apresenta-se com densidade de 2110 indivíduos/ha ($DAP \geq 5$ cm), altura média de 7,19 m, área basal de 23,69 m²/ha e cobertura de 195%. As espécies mais abundantes nesta faixa são: *Matayba eleagnoides*, *Ilex brasiliensis*, *Clethra scabra* var. *venosa*, *Dendropanax cuneatum* e *Endlicheria paniculata*.

Sobre solo bem drenado, entre 20 e 30 m de distância da margem, encontra-se uma densidade de 1930 árvores/ha, altura média de 8,13 m, área basal de 20,48 m²/ha e 162% de cobertura, predominando as seguintes espécies: *Matayba eleagnoides*, *Gochnatia polymorpha*, *Clethra scabra* var. *venosa*, *Lafoensia pacari* e *Copaifera langsdorffii*.

3.1.3 Produção de folheto

Os dados relativos à produção de folheto na mata ciliar do Córrego Campestre, na Estação Ecológica de Assis (região de cerrado), são apresentados na FIGURA 1.

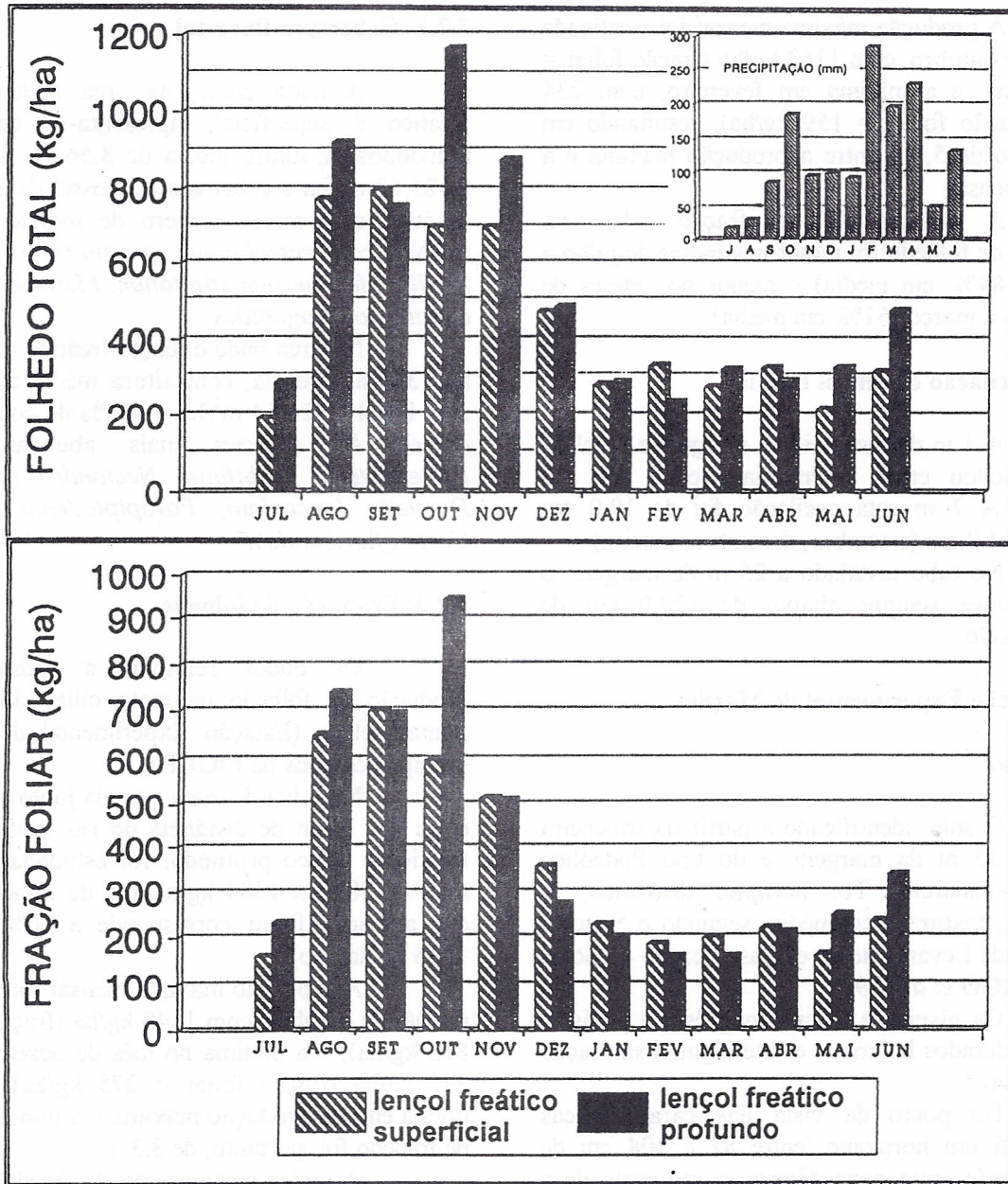


FIGURA 1 - Estimativas mensais de produção de folheto (fração foliar e total) em mata ciliar da Estação Ecológica de Assis, SP.

Na faixa de mata situada entre 0 e 10 m de distância da margem, onde o lençol freático é pouco profundo e o solo permanentemente úmido, foram coletados, no total, 5349 ± 1079 kg/ha/ano de folheto, dos quais 4212 ± 980 kg/ha/ano (79%) corresponderam à fração foliar.

A estimativa de produção máxima mensal foi registrada no mês de setembro, com 796 kg/ha (fração foliar = 698 kg/ha), e a mínima em julho, com 189 kg/ha (fração foliar = 161 kg/ha), resultando em uma razão de 4,2:1 entre a

produção máxima e a mínima mensal.

Verificou-se uma participação maior da fração foliar no peso do folheto total nos meses de julho a outubro (86%, em média) e menor no período de fevereiro a abril (67%, em média).

Na faixa de vegetação situada sobre solo bem drenado, entre 20 e 30 m de distância da margem, onde o lençol freático é profundo, a produção total estimada foi de 6398 ± 983 kg/ha/ano, sendo que a fração foliar respondeu por 74% (4718 ± 708 kg/ha/ano).

A produção máxima mensal foi verificada no mês de outubro, com 1163 kg/ha (fração foliar = 942 kg/ha), e a mínima em fevereiro, com 234 kg/ha (fração foliar = 159 kg/ha), resultando em uma razão de 5,0:1 entre a produção máxima e a mínima mensal.

A participação da fração foliar na produção de folheto foi maior nos meses de julho a outubro (84%, em média) e menor nos meses de novembro a março (61%, em média).

3.1.3 Oscilação do lençol freático

A 1 m de distância da margem o nível do lençol oscilou entre 0 cm (janeiro) e 6,0 cm (agosto). A 7 m esta oscilação foi de 19,0 cm (abril) a 34,0 cm (setembro, dezembro, janeiro).

No tubo instalado a 25 m da margem, o lençol esteve sempre abaixo de 120,0 cm de profundidade.

3.2 Estação Experimental de Marília

3.2.1 Solo

O solo, identificado a partir da trincheira aberta a 15 m da margem, é do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, Tb, abrupto, distrófico, A moderado, textura areia/média, segundo o Sistema Nacional de Levantamento e Classificação de Solos (CAMARGO *et al.*, 1987).

Os níveis de cálcio, magnésio e potássio são considerados baixos, e existe alguma saturação de alumínio.

Do ponto de vista das características físicas, há um horizonte, entre 82 e 104 cm de profundidade, cuja consistência, muito mais dura que a do horizonte superior, pode limitar o crescimento das raízes. Este solo tem boa capacidade de retenção e fornecimento de água à vegetação. No entanto, suas características de perfil, com camadas superiores mais arenosas e menos coesas que as inferiores, fazem com que a velocidade de infiltração da água sofra uma redução drástica com a mudança dos horizontes, tornando-o altamente suscetível à erosão.

As tradagens efetuadas nas áreas onde o lençol freático é pouco profundo mostram a existência de solo aluvial de depósitos recentes do rio, com profundidade não superior a 90 cm. A faixa de solo aluvial tem largura variável entre 3 e 8 m a partir da margem, na área de amostragem.

3.2.2 Cobertura florestal

A mata ciliar, na área onde o lençol freático é superficial, apresenta-se com 1260 indivíduos/ha, altura média de 8,56 m, área basal de 25,62 m²/ha e cobertura do dossel de 280%. As espécies com maior número de indivíduos nesta faixa são: *Centrolobium tomentosum*, *Cedrella fissilis*, *Machaerium stipitatum*, *Metrodorea nigra* e *Matayba eleagnoides*.

Na área onde o lençol freático é profundo há 1353 árvores/ha, com altura média de 8,03 m, área basal de 21,54 m²/ha e 198% de cobertura do dossel. As espécies mais abundantes são: *Diatenopteryx sorbifolia*, *Nectandra lanceolata*, *Duguetia lanceolata*, *Parapiptadenia rigida* e *Croton floribundus*.

3.2.3 Produção de folheto

Os dados relativos à estimativa de produção de folheto na mata ciliar do Córrego Santa Helena (Estação Experimental de Marília) são apresentados na FIGURA 2.

Na faixa de mata situada junto à margem, entre 0 e 10 m de distância do rio, onde o lençol freático é pouco profundo, foi estimada produção total de 8827 ± 1384 kg/ha/ano de folheto, sendo que a fração foliar corresponde a 76% (6712 ± 1086 kg/ha/ano).

A produção máxima mensal foi verificada no mês de outubro, com 1140 kg/ha (fração foliar = 862 kg/ha), e a mínima no mês de dezembro, com 346 kg/ha (fração foliar = 275 kg/ha). A razão obtida entre a produção máxima e a mínima mensal de folheto foi, portanto, de 3,3:1.

A maior participação da fração foliar no folheto total foi registrada em setembro (88%, em média) e a menor em novembro (50%, em média).

Na faixa de mata situada entre 20 e 30 m de distância da margem, sobre solo bem drenado, com lençol freático profundo, foi estimada produção total de 11126 ± 1995 kg/ha/ano de folheto, dos quais 8049 ± 1403 kg/ha/ano corresponderam à fração foliar (73%).

Em outubro ocorreu a produção máxima mensal, com 1912 kg/ha (fração foliar = 1463 kg/ha) e em dezembro a mínima, com 597 kg/ha (fração foliar = 381 kg/ha), resultando em uma razão, entre a produção máxima e a produção mínima mensal de folheto total, de 3,2:1.

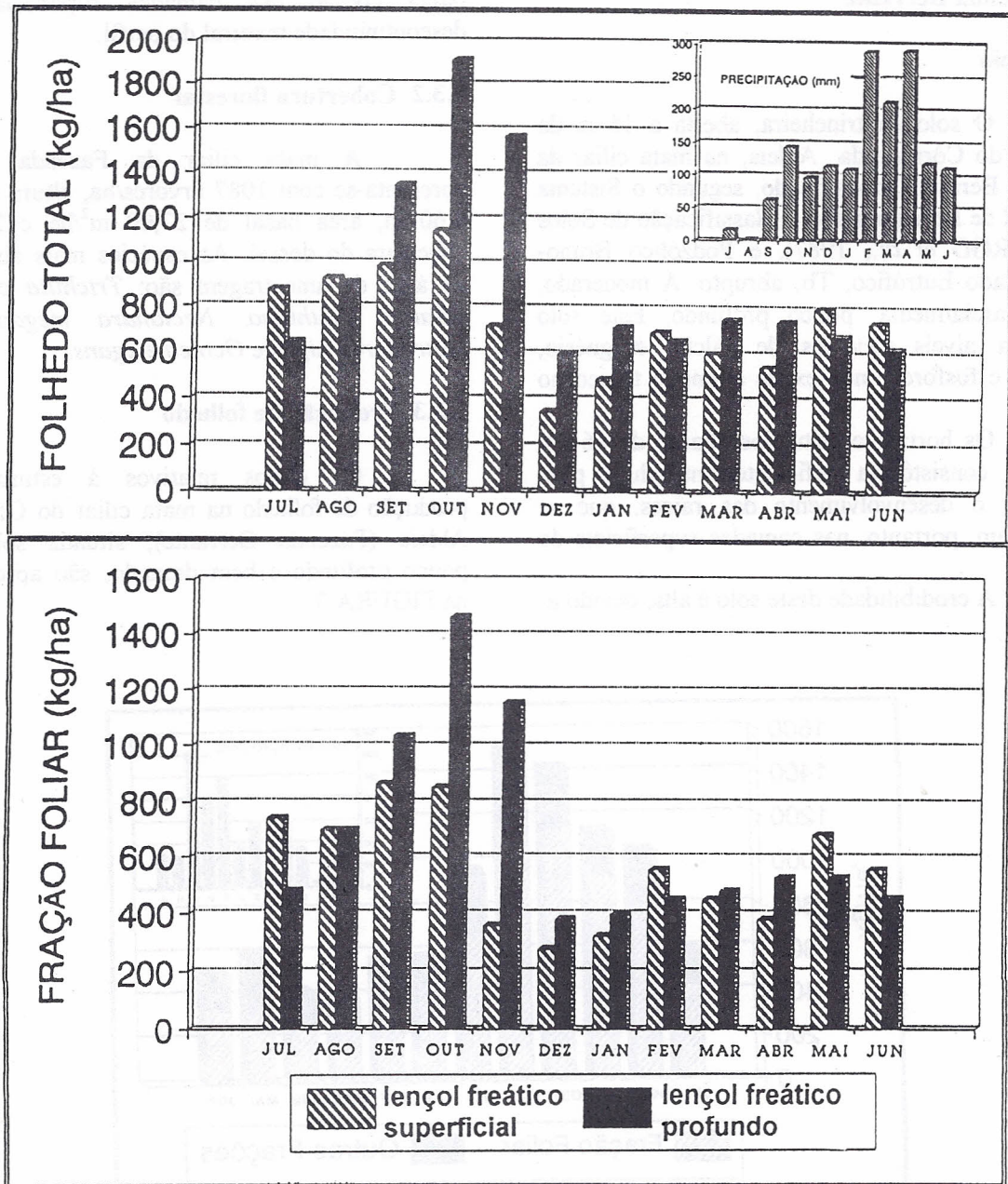


FIGURA 2 - Estimativas mensais de produção de folhede na mata ciliar da Estação Experimental de Marília (fração foliar e total).

A participação das folhas no peso do folhede total produzido foi maior no período de julho a outubro (76%, em média) e menor de dezembro a março (63%, em média).

3.2.4 Oscilação do nível do lençol freático

O monitoramento do nível do lençol

freático na faixa úmida mostrou que a 2 m da margem a profundidade esteve entre 27,0 cm (janeiro) e 68,0 cm (junho). A 7 m da margem a profundidade do lençol oscilou entre 61,0 cm (janeiro) e 98,0 cm (junho).

Na área com solo bem drenado o lençol esteve abaixo de 120,0 cm durante todo o ano.

3.3 Fazenda Berrante

3.3.1 Solo

O solo da trincheira, aberta a 15 m da margem do Córrego da Aldeia, na mata ciliar da Fazenda Berrante, classificado, segundo o Sistema Nacional de Levantamento e Classificação de Solos (CAMARGO *et al.*, 1987), é Podzólico Bruno-Acinzentado Eutrófico, Tb, abrupto, A moderado, textura areia/média, pouco profundo. Este solo apresenta níveis elevados de cálcio, magnésio, potássio e fósforo e não existe alumínio tóxico no perfil.

Os horizontes situados abaixo de 46 cm possuem consistência suficientemente dura para dificultar o desenvolvimento das raízes, que se concentram, portanto, nas camadas superficiais do solo.

A erodibilidade deste solo é alta, devido à

baixa coesão das camadas superficiais e à descontinuidade textural do perfil.

3.3.2 Cobertura florestal

A mata ciliar da Fazenda Berrante apresenta-se com 1087 árvores/ha, altura média de 9,60 m, área basal de 27,00 m²/ha e 215% de cobertura do dossel. As espécies mais abundantes na área de amostragem são: *Trichilia claussoni*, *Guarea kunthiana*, *Nectandra megapotamica*, *Metrodorea nigra* e *Ocotea elegans*.

3.3.3 Produção de folheto

Os dados relativos à estimativa de produção de folheto na mata ciliar do Córrego da Aldeia (Fazenda Berrante), situada sobre solo pouco profundo e bem drenado, são apresentados na FIGURA 3.

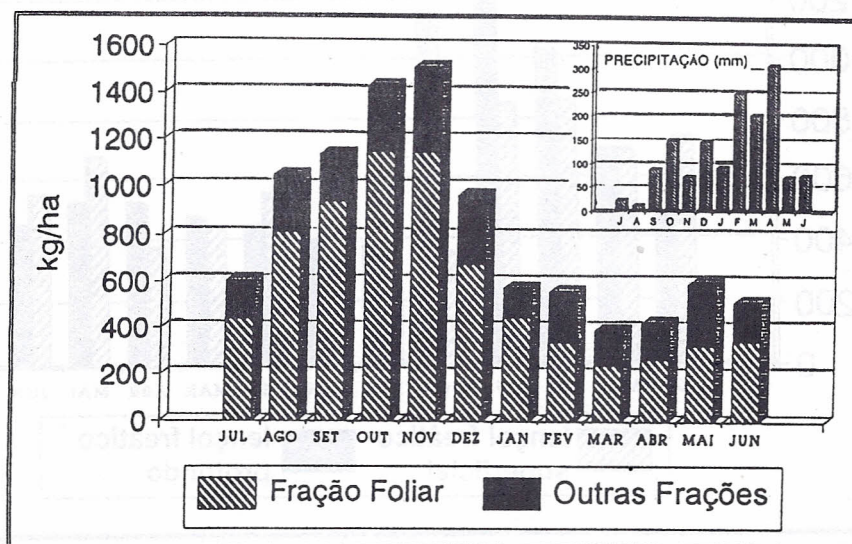


FIGURA 3 - Estimativas mensais de produção de folheto na mata ciliar da Fazenda Berrante (fração foliar e total).

A produção total de folheto foi de 9744 ± 1984 kg/ha/ano, sendo que a fração foliar correspondeu a 73% (7103 ± 1409 kg/ha/ano).

A produção máxima mensal estimada ocorreu em novembro para o folheto total (1510 kg/ha) e em outubro considerando-se apenas a fração foliar (1150 kg/ha). A produção mínima foi observada em março, com 390 kg/ha

(fração foliar = 240 kg/ha). A razão resultante entre a produção máxima e a mínima mensal, para o folheto total produzido, foi de 3,9:1.

A participação da fração foliar no peso do folheto total foi maior no período de agosto a novembro (79%, em média) e menor no período de fevereiro a maio (60%, em média).

3.3.4 Nível do lençol freático

O nível do lençol freático na área de coleta de folheto esteve abaixo de 120,0 cm ao longo de todo o período de amostragem.

4 DISCUSSÃO

Os dados relativos à produção de folheto em todas as áreas envolvidas neste estudo (TABELA 2) mostraram grande variação entre áreas e, dentro de uma mesma área, entre situações diferentes de umidade do solo.

Na mata ciliar da Estação Ecológica de Assis, nos coletores instalados em terreno bem drenado, foi registrada produção anual 20% superior à da faixa de mata sobre solo permanentemente úmido. Em Marília, esta diferença foi de 26%.

Quando se analisa esta proporção em diferentes épocas do ano, verifica-se que, no período de seca (agosto a novembro), quando as reservas de água no solo encontram-se nos níveis mais baixos, a superioridade da produção de folheto nas áreas secas em relação às áreas úmidas se torna mais pronunciada, correspondendo a 25% em Assis e a 53% em Marília. Por outro lado, a situação se inverte em outras épocas do ano e

a produção das áreas úmidas chega a ser, por vezes, superior à das áreas secas (7% em Assis, de janeiro a abril e 10% em Marília, de abril a julho).

Verifica-se, também, que os picos de produção ocorrem em momentos diferentes nos diferentes locais. Na área de solo seco, em Assis, onde o solo é arenoso e com capacidade muito baixa de retenção de umidade, a deposição máxima foi registrada em setembro. Na área úmida, onde não deve ocorrer deficiência hídrica, o pico foi observado em outubro, coincidindo com as duas áreas de Marília, seja o lençol freático pouco ou muito profundo.

Na Fazenda Berrante, onde o solo tem maior capacidade de retenção de umidade, a produção máxima de folheto ocorreu ainda mais tarde: em novembro.

Em síntese, depreende-se que a resposta da vegetação à seca do inverno demora mais ou menos em função da capacidade do solo em reter a umidade.

Os meses de mínima produção variam entre locais, ocorrendo primeiro em Marília (dezembro, em ambas as áreas), depois em Assis, na área seca (fevereiro), Fazenda Berrante (março) e, por último, na área úmida de Assis (maio, sendo que a diferença entre os meses de janeiro a maio é muito pequena).

TABELA 2 - Estimativas de produção de folheto em matas ciliares da região oeste do Estado de São Paulo.

PRODUÇÃO	ASSIS lençol freático superficial	ASSIS lençol freático profundo	MARÍLIA lençol freático superficial	MARÍLIA lençol freático profundo	FAZENDA BERRANTE lençol profundo
TOTAL (kg/ha/ano)	5348 (c)	6398 (b,c)	8827 (a,b)	11126 (a)	9744 (a)
FOLHAS (kg/ha/ano) FOLHAS (%)	4212 79	4718 74	6712 76	8049 73	7103 73
MÁX. MENSAL (kg/ha) MÊS DE MÁXIMA	796 SET.	1163 OUT.	1140 OUT.	1912 OUT.	1510 NOV.
MÍN. MENSAL (kg/ha) MÊS DE MÍNIMA	189 JUL.	234 FEV.	346 DEZ.	597 DEZ.	390 MAR.
MÁX. : MÍN. MENSAL	4,2:1	5,0:1	3,3:1	3,2:1	3,9:1

Obs.: valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste das comparações múltiplas. (CAMPOS, 1979).

Há um efeito indiscutível do estresse hídrico, induzindo a uma produção bem maior de folhas no período de seca, nas áreas onde o lençol freático é profundo. No entanto, a produção de folheto também oscila entre épocas do ano nas áreas onde o lençol freático é superficial e aparentemente não há deficiência hídrica, em uma proporção entre produção mensal máxima e mínima muito semelhante à das áreas com solo seco, para um mesmo local. A existência desta oscilação traz evidências de que a sazonalidade da caducifolia é determinada, certamente, por outros fatores, além da disponibilidade de água no solo. Há uma queda maior de folhas sempre no final do inverno e início da primavera, em qualquer situação de umidade do solo, para todos os ecossistemas estudados.

A participação da fração foliar no peso total do folheto também sofre uma ligeira variação ao longo do ano e entre diferentes condições de umidade do solo. Em Assis foi 5,1% superior na área úmida e, em Marília, 3,3%. No período de seca a participação das folhas no folheto total foi cerca de 15% maior do que no período chuvoso, em média. Há, provavelmente, queda de maior quantidade de ramos, flores, frutos e outros detritos provocada pelas chuvas no verão, enquanto na época seca as árvores derrubam as folhas, como estratégia para reduzir as perdas de água.

Em linhas gerais, encontram-se grandes diferenças nos padrões de produção de folheto associadas às características dos solos. Florestas sobre solos mais férteis e com menor disponibilidade de água tendem a apresentar maior deposição de folheto. Em se tratando de grandes formações vegetais do Estado de São Paulo, espera-se uma produção decrescente associada, além do clima, às condições edáficas, segundo o gradiente:

FLORESTA MESÓFILA SEMIDECÍDUA > FLORESTA ATLÂNTICA > CERRADO

A existência deste gradiente é corroborada pelos resultados encontrados por diversos autores, para diferentes ecossistemas (TABELA 3).

A análise comparativa entre os dados obtidos neste trabalho e os dados de outras áreas evidencia que, apesar da proximidade e semelhança climática entre os locais onde foram instalados os cinco blocos de coletores, houve uma variação muito grande entre os resultados.

A produção de folheto da mata ciliar da

Estação Ecológica de Assis, em região de cerrado, tanto na área úmida (5349 kg/ha/ano) como na área seca (6398 kg/ha/ano), aproxima-se dos dados obtidos para mata ciliar em região de cerrado por DELITTI, 1984 (6687 kg/ha/ano) e por LAMPARELLI, 1989 (5683 kg/ha/ano). Em termos de volume anual, aproxima-se ainda das florestas secundárias de Cubatão (LEITÃO FILHO *et al.*, 1993), situadas sob condições climáticas e regime de deciduidade bastante diferentes (5144 kg/ha/ano, em média).

Os dados obtidos nas florestas de Marília e da Fazenda Berrante assemelham-se aos de outras florestas do Estado de São Paulo, ciliares ou não. A maior produção de folheto observada neste estudo foi de 11126 kg/ha/ano, em terrenos bem drenados, na mata ciliar da Estação Experimental de Marília, resultado relativamente próximo ao obtido por CARPANEZZI (1980), em mata ciliar sobre solo fértil e bem drenado em Lençóis Paulista (10503 kg/ha/ano), ou mesmo ao resultado apresentado por DINIZ (1987), para mata mesófila semidecídua, em Araras (11590 kg/ha/ano).

DELITTI (1989) considera que o padrão de produção de folheto é influenciado primariamente pelo estresse hídrico, indicado pela ocorrência de picos de queda na estação seca.

Para ALVIM (1964), a redução de luz e temperatura faz com que as árvores derrubem as folhas no inverno. A esses fatores, MARTINS (1982) acrescenta fatores genéticos e DELITTI (1984) inclui fatores edáficos.

BRAY & GORHAM (1964) estabelecem correlação linear inversa entre a latitude e a produção de folheto. Naturalmente, estão embutidos nesta correlação os fatores mencionados de redução de luz e temperatura. VOGT *et al.* (1986) desprezam os fatores climáticos e a latitude, mostrando que o comportamento intrínseco das espécies, naturalmente perenifólias ou caducifólias, determinará a produção de serapilheira.

PAGANO (1989), estudando a ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua em Rio Claro, SP, concluiu que "embora a época de maior produção de folheto tenha sido coincidente com a estação seca, não houve correlação entre esta produção e fatores abióticos, o que sugere a existência de uma estratégia utilizada por esse tipo de ecossistema que implica numa maior produção de folheto nos meses de julho a outubro, independentemente das variações climáticas de um determinado ano".

TABELA 3 - Produção de folheto em ecossistemas florestais do Estado de São Paulo.

REFERÊNCIA	LOCAL/ECOSSISTEMA	TOTAL (kg/ha/ano)	MÁX. /MÍN. MENSAL
MEGURO <i>et al.</i> , 1979	S. Paulo mata mesófila semidecídua	9410	
CARPANEZZI, 1980	Lençóis Paulista mata ciliar	10503	
DELITTI, 1984	Moji-Guaçu mata ciliar cerrado	6687 3210	4,0:1 4,6:1
DINIZ, 1987	Araras mata mesófila semidecídua	11590	
CESAR, 1988	Anhembi mata mesófila semidecídua	8800	5,5:1
SANTOS, 1988	Campinas reflorestamento misto ripário	9610	
LAMPARELLI, 1989	Itirapina mata-galeria	5683	
PAGANO, 1989	Rio Claro mata mesófila semidecídua	8643	3,2:1
SCHLITTLER, 1990	Teodoro Sampaio mata mesófila semidecídua	7569	
DOMINGOS <i>et al.</i> , 1990	Paranapiacaba mata atlântica sem poluição	3810	
MORELLATO, 1992	Jundiaí mata mesófila semidecídua mata de altitude	8600 7000	
LEITÃO FILHO <i>et al.</i> , 1993	Cubatão mata atlântica secundária jovem mata atlântica secundária madura mata atlântica sob forte poluição	5682 4460 5289	3,0:1 3,4:1 2,3:1
Este trabalho	Assis		
	mata ciliar, lençol superficial	5349	4,2:1
	mata ciliar, lençol profundo	6398	5,0:1
	Marília		
	mata ciliar, lençol superficial	8827	3,3:1
	mata ciliar, lençol profundo	11126	3,2:1
	Tarumã mata ciliar	9744	3,9:1

Considerando-se que, para as matas ciliares estudadas neste trabalho, a latitude e o clima são praticamente os mesmos, restam, como fatores explicativos para as diferenças entre os dados de produção de folheto nas diferentes áreas, as condições de umidade e fertilidade dos solos e as características genéticas das espécies vegetais presentes em cada área, muito provavelmente relacionadas a climas pretéritos muito mais secos.

5 CONCLUSÕES

- A produção anual de folheto na mata ciliar em domínio de cerrado é inferior à produção nas matas ciliares em domínio de floresta mesófila.

- A produção anual de folheto, em uma mesma mata ciliar, é menor onde há maior disponibilidade de água no solo.

- Há um período de alta produção de folheto no final do inverno e início da primavera, cuja ocorrência independe da disponibilidade de água no solo, sendo observado tanto nas áreas úmidas quanto nas matas sobre solo bem drenado.

- Nos meses em que não há deficiência hídrica, a produção de folheto é baixa e chega a ser menor nas áreas secas do que nas faixas de solo úmido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, P. T. 1964. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 15. Porto Alegre-RS, 1964. *Anais...* SBB. p. 405-422.
- BRAY, J. R. & GORHAM, E. 1964. Litter production in forests of the world. *Adv. Ecol. Res.*, 2:101-57.
- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E. & KAUFFMANN, J. H. 1987. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, 12:11-33.
- CAMPOS, H. 1979. *Estatística experimental não-paramétrica*. Piracicaba, Depto. de Matemática e Estatística - ESALQ-USP. 243p.
- CARPANEZZI, A. A. 1980. *Decomposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de Eucalyptus no interior do Estado de São Paulo*. Piracicaba, SP, ESALQ-USP. 170p. (Dissertação de Mestrado)
- CESAR, O. 1988. *Composição florística, fitossociologia e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua (Fazenda Barreiro Rico, mun. Anhembi, SP.)*. Rio Claro, Instituto de Biociências-UNESP. 223p. (Tese de Livre-Docência)
- DELITTI, W. B. C. 1984. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii Engelm. elliottii (Mogi-Guaçu, SP)*. São Paulo, Instituto de Biociências - USP. 298p. (Tese de Doutorado)
- DELITTI, W. B. C. 1989. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: BARBOSA, L. M. (coord.) SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, São Paulo, abr. 11-15, 1989. *Anais...* Campinas, Fundação Cargill. p. 88-98.
- DINIZ, S. 1987. *Ciclagem de nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folheto em um ecossistema de mata mesófila semi-decídua, no município de Araras, SP*. Rio Claro, Instituto de Biociências-UNESP. 89p. (Dissertação de Mestrado)
- DOMINGOS, M. et al. 1990. Produção de serapilheira na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. *Hoehnea*, São Paulo, 17(1):47-58.
- DURIGAN, G. & LEITÃO FILHO, H.F. 1995. Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 7(1):197-239.
- DURIGAN, G. et al. 1987. Fitossociologia e evolução da densidade da vegetação do cerrado, Assis-SP. *Boletim Técnico IF*, São Paulo, 41(1):59-78.
- EITEN, G. 1983. *Classificação da vegetação do Brasil*. Brasília, CNPq/Coord. Edit. 305p.
- EMBRAPA. 1979. *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. (não paginado)
- EMBRAPA. 1988. *Definição e notação de horizontes e camadas do solo*. 2.ed. Rio de Janeiro, SNLCS/EMBRAPA. 54p. (Série Documentos, 3)

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. de F. & PAGANO, S. N. Produção de folheto em matas ciliares na região oeste do Estado de São Paulo.

- HUECK, K. 1972. *As florestas da América do Sul*. Editora da Universidade de Brasília/ Editora Polígono. 466p.
- IBGE. 1988. *Mapa de vegetação do Brasil*. Ministério da Agricultura/IBDF. (Escala 1:5000000)
- LAMPARELLI, M. C. 1989. *Aporte de serapilheira ao rio Itaqueri (Itirapina, SP) e sua contribuição à economia de nutrientes*. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos. 170p. (Dissertação de Mestrado)
- LEITÃO FILHO, H. de F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão-SP, set. 12-18, 1982. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 16A:197-206. Pt. 1. (Edição Especial)
- LEITÃO FILHO, H. F. et al. 1993. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)*. São Paulo, Ed. da UNESP. Campinas, SP, Ed. da UNICAMP. 184p.
- LEMOES, R. C. & SANTOS, R. D. 1982. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 2.ed. Campinas, SBCE/SNLCS. 46p.
- MARTINS, F. R. 1982. O balanço hídrico sequencial e o caráter semi-decíduo da floresta do Parque Estadual de Vassununga, Sta. Rita do Passa-Quatro (SP). *R. Bras. Estat.*, Rio de Janeiro, 43(170):353-391.
- MARTINS, F. R. 1991. *Estrutura de uma floresta mesófila*. Campinas, Editora da Universidade Estadual de Campinas. 246p. (Série Teses)
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N. & DELITTI, W. B. C. 1979. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária. São Paulo. I. Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. *Boletim de Botânica-USP*, São Paulo, 7:61-67.
- MORELLATO, L. P. C. 1992. Nutrient cycling in two southeastern brazilian forests. I- Litterfall and litter standing crop. *Journal of Tropical Ecology*, 8:205-215.
- PAGANO, S. N. 1989. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 49(3):633-639.
- RAIJ, B. van. & QUAGGIO, J. A. 1983. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas, Instituto Agrônomo. (Boletim Técnico, 81)
- RIZZINI, C. T. 1979. *Tratado de fitogeografia do Brasil. Aspectos sociológicos e florísticos*. São Paulo, EDUSP/HUCITEC. v. 2. 374p.
- SANTOS, R. F. 1988. *Aspectos da ciclagem de nutrientes minerais em um reflorestamento misto*. Campinas, SP. São Paulo, Instituto de Biociências - USP. 222p. (Tese de Doutorado)
- SCHLITTLER, F. H. M. 1990. *Fitossociologia e ciclagem de nutrientes na floresta tropical do Parque Estadual do Morro do Diabo (Região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo)*. Rio Claro, Instituto de Biociências - UNESP. 279p. (Tese de Doutorado)
- VELOSO, H. P. 1962. Os grandes climaxes do Brasil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 60(2):175-193.
- VOGT, K. A.; GRIER, C. C. & VOGT, D. C. 1986. Production, turnover and nutrient dynamics of above and belowground detritus of world forests. *Adv. Ecol. Res.*, 15:303-377.

ASPECTOS DA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE MADEIRA DO FUSTE DE ÁRVORES DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden*

Gilberto de Souza PINHEIRO**
Ricardo Antonio de Arruda VEIGA***
Plínio de Souza FERNANDES**

RESUMO

Foram comparados os valores dos volumes comerciais de madeira dos fustes de árvores abatidas, de *Eucalyptus grandis*, aos 10 anos de idade calculados pelas fórmulas de Smalian, Huber, Newton e Pressler Modificada - esta raramente utilizada no Brasil - com os volumes reais obtidos por imersão em água. Os resultados não diferiram significativamente entre si.

Palavras-chave: volume comercial; xilômetro; *Eucalyptus grandis*.

ABSTRACT

Merchantable volumes of *Eucalyptus grandis* trees were calculated by Smalian, Huber, Newton and modified Pressler's equations, the last one seldom utilized in Brazil, and compared with the direct determination of the volumes obtained by water displacement. No statistical differences were noticed among different estimates.

Key words: merchantable-volume; water displacement; *Eucalyptus grandis*.

1 INTRODUÇÃO

A estimativa do volume real total de madeira do fuste de uma árvore abatida é usualmente realizada somando-se o volume da cepa ao volume comercial mais o volume da ponta.

O volume da cepa é convencionalmente calculado como um cilindro, com altura igual à da cepa e com área correspondente à da sua extremidade superior. O volume da ponta, por assemelhar-se a um cone, é geralmente determinado pelo produto de 1/3 do comprimento da ponta pela área correspondente à da última secção. O volume comercial, assim denominada a porção entre a cepa e a ponta, é usualmente determinado por cubagem rigorosa, somando-se os volumes correspondentes aos toros que a compõem, havendo também outras opções como a de Hohenadl (VEIGA, 1984).

Para a determinação do volume de um toro ou tora, existem fórmulas clássicas, como as de Smalian, Huber e Newton, além de outras como a de Pressler, esta pouco utilizada no País. Regra geral vêm sendo citadas pelos autores de textos tradicionais de dendrometria e inventário florestal,

caso dentre outros, de SPURR (1952), GOMES (1957), MACKAY (1964), AVERY (1967), HUSCH *et al.* (1972), LOETSCH *et al.* (1973), FAO (1980) e PARDÉ (1988). Há também outras opções, como a fórmula de Pressler Modificada (VEIGA *et al.* 1977) e o Método dos Três Pontos e o Método do Diâmetro Padronizado (GUIMARÃES & CASTRO, 1982).

Além das fórmulas clássicas há maneiras já ultrapassadas, como a do processo gráfico, além da possibilidade de se determinar o volume de maneira precisa pelo processo do xilômetro, onde o volume de madeira é determinado pela correspondência ao volume de água deslocada ao mergulhar a peça em um recipiente com água. O processo do xilômetro, por ser moroso é raramente utilizado, sendo empregado mais em determinações de peças irregulares ou tortuosas como os galhos (VEIGA, 1984).

O presente trabalho foi realizado para cotejar na prática os resultados dos volumes comerciais obtidos pelo uso das fórmulas de Smalian, Newton, Huber e Pressler Modificada, com os valores determinados por xilômetro.

(*) Aceito para publicação em dezembro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 010159-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) Departamento de Ciências Florestais, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODO

Foram abatidas aleatoriamente, mas seguindo distribuição por classes de diâmetro, 29 árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, na Estação Experimental de Tupi. Esta dependência, administrada pelo Instituto Florestal de São Paulo, localiza-se no município de Piracicaba - SP, a 22°43' de latitude sul e a 47°38' de longitude oeste de Greenwich, numa altitude média de 515 metros.

O povoamento, de 10 anos de idade, estava localizado em solo classificado como podzólico vermelho-amarelo álico, Tb, A moderado (com A + E espesso ou não), abrupto, textura arenosa/média. O clima, segundo VIDAL TORRADO (1994) é do tipo Cwa pela classificação de Köppen, isto é, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, em que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C.

As árvores foram desdobradas em toros de 3,0 m de comprimento. Em cada secção foi realizada medição de circunferência.

O volume real de madeira de cada toro foi determinado por xilômetro e estimado através de cálculo pelas fórmulas de Smalian (v_s), Huber (v_h) e Newton (v_n)

$$v_s = l (s_0 + s_1) / 2$$

$$v_h = l s_m$$

$$v_n = l (s_0 + s_1 + 4 s_m) / 6$$

sendo l o comprimento do toro, s_0 e s_1 as áreas das secções das extremidades do toro e s_m a área determinada no meio do toro.

O xilômetro consistiu num tambor de forma cilíndrica com capacidade de armazenagem de 200 litros, no qual foram imersos os toros para determinações de deslocamento de água. As alturas correspondentes aos deslocamentos foram aferidas por uma régua graduada em milímetros afixada na parede do tambor. O volume real de cada toro foi obtido pelo produto da medida da altura do deslocamento pela área do cilindro correspondente ao xilômetro.

Para todas as árvores amostradas foi determinado o volume comercial de madeira até o limite de desponta de 6 cm com casca.

Em cada árvore o volume comercial foi calculado pelo somatório dos volumes dos respectivos toros, tanto para o processo do xilômetro (V_x) como para Smalian (V_s), Huber (V_h) e Newton (V_n).

O volume comercial foi também determinado pela fórmula de Pressler Modificada (VEIGA *et al.*, 1977), onde o volume comercial V_p é estimado subtraindo-se do volume total o da ponta, e o volume total é dado por:

$$V_{pm} = (2/3) Pg$$

sendo g a área basal da árvore e P a altura correspondente ao ponto no fuste em que o diâmetro tem como medida exatamente a metade do DAP.

Para análise estatística dos dados obtidos foram considerados 5 tratamentos ($T_1 = V_s$, $T_2 = V_n$, $T_3 = V_h$, $T_4 = V_p$ e $T_5 = \text{testemunha} = V_x$), em delineamento inteiramente ao acaso, com 29 repetições.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios encontrados foram: $V_s = 0,4046 \text{ m}^3$; $V_n = 0,3927 \text{ m}^3$; $V_p = 0,4978 \text{ m}^3$; $V_x = 0,4672 \text{ m}^3$; $V_h = 0,3558 \text{ m}^3$. Não se constatou diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de $\alpha = 0,05$ de probabilidade, sendo a diferença mínima significativa de 0,2944.

Desse modo, para as condições do ensaio mostraram-se viáveis todas as fórmulas testadas, inclusive a de Pressler Modificada que é usualmente pouco empregada no Brasil.

Cabe observar que o sistema de Pressler na versão de Veiga é menos moroso e envolve poucos cálculos dendrométricos.

É de se notar que os resultados obtidos a partir de fórmula de Smalian foram superiores aos de Newton e estes superaram os de Huber, embora não diferissem estatisticamente. Isso pode ser explicado pois os toros na sua maioria aparentavam aproximar-se mais das figuras geométricas do cone e do neilóide, não do parabolóide ordinário. Na realidade sabe-se que para a figura geométrica do cilindro tem-se $c_m = c_0 = c_1$, representando respectivamente as circunferências no meio do toro

PINHEIRO, G. de S.; VEIGA, R. A. de A. & FERNANDES, P. de S. Aspectos da determinação do volume de madeira do fuste de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

e nas suas extremidades; para o parabolóide ordinário, $c_m^2 = (c_0^2 + c_1^2) / 2$; para o cone $c_m = (c_0 + c_1) / 2$; para o neilóide $c_m^{2/3} = (c_0^{2/3} + c_1^{2/3}) / 2$. Para peças que por suas dimensões sejam exatamente um cilindro, um cone, um parabolóide ordinário ou um neilóide, a fórmula de Newton é exata; para cilindro, Smalian, Huber e Newton dão resultados iguais; para cone e neilóide, Smalian superestima e Huber subestima; para o parabolóide ordinário, Smalian subestima e Huber superestima (FAO, 1980), em relação à de Newton.

Procurou-se também determinar equações de regressão linear simples que permitissem relacionar os valores do volume real comercial de cada árvore, determinados por meio de xilômetro, em função dos valores correspondente aos demais tratamentos. As equações de regressão obtidas foram as seguintes:

$$V_x = 0,011516 + 1,126271 V_s \quad (r^2 = 0,9545)$$

$$V_x = 0,005293 + 1,176322 V_n \quad (r^2 = 0,9292)$$

$$V_x = 0,004254 + 0,930005 V_p \quad (r^2 = 0,9976)$$

$$V_x = 0,013803 + 1,274310 V_h \quad (r^2 = 0,9941)$$

sendo r^2 o coeficiente de determinação correspondente a cada equação.

4 CONCLUSÕES

Para as árvores estudadas não houve diferença significativa entre os volumes calculados pelas fórmulas de Huber, Newton, Smalian e de Pressler Modificada, podendo ser utilizada qualquer uma delas, sendo que esta última, por envolver menor custo de medição e simplicidade de cálculos, pode ser recomendada.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar seus agradecimentos ao Agente de Apoio à Pesquisa Científica Edi Carvalho Pereira da Estação Experimental de Tupi, pela dedicação e empenho na condução dos serviços de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVERY, T. E. 1967. *Forest measurements*. Nova York, Mc Graw-Hill. 290p.
- FAO. 1980. *Forest volume estimation and yield prediction*. Roma, FAO. 2 v.
- GOMES, A. M. A. 1957. *Medição dos arvores*. Lisboa, Sá da Costa. 143p.
- GUIMARÃES, D. P. & CASTRO, L. H. R. 1982. *Novos métodos para a estimativa do volume de árvores em pé*. Planaltina, EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. 16p. (Boletim de Pesquisa, 12)
- HUSCH, B. et al. 1972. *Forest mensuration*. Nova York, John Wiley. 410p.
- LOETSCH, F. et al. 1973. *Forest inventory*. Munique, BVL Verlagsgesellschaft mbH. 2 v.
- MACKAY, E. 1964. *Dasometria*. Madri, Escuela Superior de Ingenieros de Montes. 759p.
- PARDÉ, J. 1988. *Dendrometrie*. 2 ed. Nancy, École National du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. 328p.
- SPURR, S. H. 1952. *Forest inventory*. Nova York, Ronald Press. 476p.
- VEIGA, A. A. et al. 1977. Subsídios para o cálculo de volume. *Brasil Florestal*, Rio de Janeiro, (32):33-35.
- VEIGA, R. A. A. 1984. *Dendrometria e inventário florestal*. Botucatu, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. 108p.
- VIDAL TORRADO, P. 1994. *Pedogênese e morfogênese do Distrito de Tupi (Piracicaba)*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. 169p. (Tese de Doutorado)

TESTES DE PROCEDÊNCIAS DE *Eucalyptus pseudoglobulus* E *Eucalyptus maidenii* EM ITAPEVA - SP*

Lígia de Castro ETTORI**

Aida Sanae SATO**

RESUMO

Visando o estudo do comportamento de *Eucalyptus pseudoglobulus* e *Eucalyptus maidenii*, em nossas condições edafoclimáticas, foi instalado um experimento em Itapeva - SP utilizando procedências da Austrália, enviadas pela Forestry Commission of Tasmania. Aos 11 anos após plantio, os resultados observados apresentaram diferenças significativas para altura e DAP entre as procedências de *E. pseudoglobulus* e, para altura e sobrevivência entre as procedências de *E. maidenii*, persistindo essas diferenças 2 anos após o desbaste realizado nessa idade. As procedências Kuark - Wibens Hill de *E. pseudoglobulus* e Mt. Dromedary de *E. maidenii* apresentaram as melhores médias de crescimento. Quaisquer das procedências e espécies apresentaram elevado rendimento na extração de óleos essenciais, em estudo preliminar.

Palavras-chave: testes de procedências; *Eucalyptus pseudoglobulus*; *Eucalyptus maidenii*.

1 INTRODUÇÃO

Durante 1975/76, a Forestry Commission of Tasmania, em cooperação com outras organizações australianas, distribuiu sementes de *Eucalyptus globulus*, *E. bicostata*, *E. maidenii* e *E. pseudoglobulus*, espécies intimamente relacionadas à primeira, a várias instituições de pesquisa do mundo, a fim de avaliar a potencialidade dessas espécies em diferentes regiões. No Brasil, a instituição escolhida para realizar os testes foi o Instituto Florestal.

Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e adaptação das espécies *Eucalyptus pseudoglobulus* e *E. maidenii*, foram instalados testes de procedências dessas espécies no sul do Estado de São Paulo, de acordo com as características edafoclimáticas da região de ocorrência.

ABSTRACT

In order to analyse the development of the species *Eucalyptus pseudoglobulus* and *Eucalyptus maidenii* in São Paulo State, a field trial was established in Itapeva using provenances from Australia. The seeds were collected and sent to the Instituto Florestal by the Forestry Commission of Tasmania. At eleven (11) years old, the results showed significant differences for the means of height and diameter at breast height (DBH) between the provenances of *E. pseudoglobulus* and significant differences for the means of height and survival among the provenances of *E. maidenii*. A selective thinning was performed at this age (11 years old) and, even two years later, the results continued to follow the same trends. The Kuark - Wibens Hill provenance of *E. pseudoglobulus* and the Mt. Dromedary provenance of *E. maidenii* showed the best means of growth. A preliminary test presented high yield of essential oils for all provenances of the two species.

Key words: provenances trials; *Eucalyptus pseudoglobulus*; *Eucalyptus maidenii*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As espécies *Eucalyptus maidenii*, *E. pseudoglobulus*, *E. bicostata* e *E. globulus* têm a mesma região de ocorrência na Austrália e são estreitamente relacionadas entre si (INSTITUTO FLORESTAL, CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION, 1986; KIRKPATRICK, 1974; ORME, 1978). A semelhança de características entre elas tornou difícil a classificação como espécies ou subespécies de *E. globulus*, havendo autores que adotam uma ou outra nomenclatura, conforme demonstra a TABELA 1 (VOLKER & ORME, 1988). No trabalho aqui relatado são tratadas como espécies por ter sido esta a forma adotada pela Forestry Commission of Tasmania (ORME, 1983).

(*) Aceito para publicação em dezembro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

TABELA 1 - Comparação de nomenclaturas do grupo de eucalipto conhecido como "blue gum".

NOME COMUM	Blakely, 1965	Pryor & Johnston, 1971	Kirkpatrick, 1975
Tasmanian blue gum	<i>E. globulus</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. globulus</i> ssp. <i>globulus</i>
Southern blue gum	<i>E. bicostata</i>	<i>E. stjohnii</i>	<i>E. globulus</i> ssp. <i>bicostata</i>
Victorian eucabbie	<i>E. pseudoglobulus</i>	<i>E. pseudoglobulus</i>	<i>E. globulus</i> ssp. <i>pseudoglobulus</i>
Maiden's gum	<i>E. maidenii</i>	<i>E. maidenii</i>	<i>E. globulus</i> ssp. <i>maidenii</i>
Autores que utilizam esta nomenclatura	Curtis & Morris (1975)		Chippendale (1976, 1988);
	Brooker & Kleinig (1983)		Boland <i>et al.</i> (1984)

Fonte: VOLKER & ORME, 1988

Segundo KIRKPATRICK (1974) e MARTIN & GARCIA VALLEJO (1982), *E. pseudoglobulus* é encontrado principalmente em East Gippsland, na costa nordeste de Victoria, Austrália, ocorrendo esporadicamente entre Metung e Lerderberg Gorge, apresentando predominância de inflorescências com três flores. *E. maidenii* é quase totalmente restrito à região costeira sul de New South Wales, Austrália, embora duas populações estejam localizadas em Victoria, junto à fronteira, com predominância de inflorescências com sete flores (KIRKPATRICK, 1974).

Essas áreas de ocorrência situam-se entre as latitudes 31° a 43° S, desde o nível do mar até 1100 metros de altitude; apresentam clima temperado frio, com precipitação anual de 500 mm a 1500 mm e temperaturas médias anuais de 10° C a 15° C, com extremos de -4,5° C e 40,5° C (INSTITUTO FORESTAL, CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION, 1986). De acordo com esta fonte, a densidade básica da madeira é de 689 kg/m³, de cor café amarelo claro.

Segundo ORME (1983) são espécies adequadas para plantações de rápido crescimento, importantes para produção de madeira, polpa e celulose, postes, energia, óleos essenciais e vigamentos para construções.

Difícilmente encontram-se referências de estudos especificamente acerca de *E. pseudoglobulus* e *E. maidenii*. São mais freqüentes os trabalhos com *E. globulus*, talvez por ser uma das espécies mais amplamente plantadas no mundo (ORME, 1978; VOLKER & ORME, 1988). Sua adaptabilidade a uma grande variedade de sítios tem permitido estabelecer plantações de importância em Portugal, Espanha, África do Sul e na maioria dos países da América Latina (INSTITUTO FORESTAL, CORPORACION DE FOMENTO

DE LA PRODUCCION, 1986).

No Chile, *E. globulus* tem sido utilizado como padrão de comparação ao desenvolvimento de outras espécies em busca de melhores subespécies e/ou procedências, pois em alguns estudos a espécie apresentou bons rendimentos na produção de polpa e boas características papeleras (INSTITUTO FORESTAL, CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION, 1986).

E. maidenii tem sido utilizado com sucesso em áreas sub-tropicais, com verão chuvoso da América do Sul, Península Ibérica e África (FAO, 1979, citado por VOLKER & ORME, 1988).

MARTIN & GARCIA VALLEJO (1982) estudaram *E. maidenii* na Espanha com vistas à produção de cineol, componente de ação medicinal e aromatizante extraído das folhas (ROMANI, 1972), sendo considerado de maior rendimento que *E. globulus*, principal espécie explorada para esta finalidade.

SHIMIZU *et al.* (1989), estudando procedências de *E. globulus* subsp. *maidenii* (= *E. maidenii*) em Guaíba - RS, não constatarem variações acentuadas para altura e DAP entre as procedências, e mesmo as de menor média volumétrica por árvore sugerem boas perspectivas de ganho por seleção individual. Os autores apontam as procedências Bimmil Hill, Norigundah e Mt. Dromedary como as de maiores incrementos volumétricos aos seis anos de idade.

Estudos quanto ao comportamento de espécies e variação entre procedências, em diferentes ambientes, são necessários para maximizar a produtividade da espécie em cada ambiente, selecionando as de altas potencialidades e qualidades genéticas para futuras utilizações, consideram SHIMIZU *et al.* (1989).

ORME (1983) e VOLKER & ORME (1988) testaram várias procedências de *E. globulus*, *E. pseudoglobulus*, *E. maidenii* e *E. bicostata* na Tasmânia como parte do mesmo teste de procedências organizado pela Forestry Commission of Tasmania que ora relatamos para as condições de Itapeva (SP). Os autores concluíram que, para as condições de clima temperado frio em que as espécies foram

testadas, *E. globulus* e *E. pseudoglobulus* são superiores em crescimento a *E. bicostata* e *E. maidenii*, considerando as duas últimas indesejáveis para uso em plantios na Tasmânia. Para melhor visualização, os resultados médios obtidos por VOLKER & ORME (1988) para as mesmas procedências aqui testadas, das espécies *E. pseudoglobulus* e *E. maidenii*, são apresentados na TABELA 2.

TABELA 2 - Resultados médios obtidos por VOLKER & ORME (1988) para altura aos 4 anos, DAP aos 7 anos e porcentagem de sobrevivência aos 2 anos, das procedências de *E. pseudoglobulus* e *E. maidenii* em dois locais, na Tasmânia.

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	ALTURA (m)		DAP (cm)		SOBREVIVÊNCIA (%)	
		GEEV.	SCOT.	GEEV.	SCOT.	GEEV.	SCOT.
<i>E. pseudoglobulus</i>	26 - Wibens Hill	3,7	7,8	7,7	12,2	67	94
	27 - Jeeralang	4,6	7,6	10,4	12,2	87	93
<i>E. maidenii</i>	29 - Tantawanglo	3,9	6,5	7,4	10,2	74	97
	30 - Mt. Dromedary	3,1	6,3	6,2	9,0	81	92
	32 - Bimmil Hill	3,0	5,6	5,8	8,9	80	95

GEEV. = Geeveston, Tasmânia

SCOT. = Scottsdale, Tasmânia

Os autores consideraram, ainda, significativamente inferior o crescimento em Geeveston para qualquer procedência de cada espécie em relação ao crescimento em Scottsdale.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Lotes de sementes de duas procedências de *Eucalyptus pseudoglobulus* e três de *Eucalyptus maidenii*, colhidas em áreas de distribuição natural

das espécies na Austrália, foram enviados ao Instituto Florestal pela Forestry Commission of Tasmania. As procedências e as características dos locais são descritas na TABELA 3.

As sementes de cada procedência foram colhidas de 10 árvores bem distribuídas, exceto para as de menor distribuição, quando foram amostradas 5 árvores, fazendo-se uma mistura das sementes para formar os lotes de cada procedência. Estes detalhes são relatados por ORME, 1983.

TABELA 3 - Procedências de *Eucalyptus pseudoglobulus* e *E. maidenii* e características dos locais de colheita de sementes.

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	LAT.	LONG.	ALT.
		(S)	(E)	(m)
<i>E. pseudoglobulus</i>	26 - Kuark - Wibens Hill - Victória	37° 35'	148° 44'	250
	27 - Jeeralang - Victória	38° 34'	146° 15'	400
<i>E. maidenii</i>	29 - Tantawanglo - NSW	36° 46'	149° 38'	380
	30 - Mt. Dromedary - NSW	36° 36'	150° 04'	305
	32 - Bimmil Hill - NSW	37° 07'	149° 53'	360

As mudas foram formadas na Estação Experimental de Itapeva, que se localiza a 24° 02' Latitude S, 49° 06' Longitude W e 730 m de altitude, no Estado de São Paulo, e os testes instalados no mesmo local em junho de 1981. O solo da região é do tipo LE (Latossol Vermelho Escuro-orto) e o clima do tipo Cfa (quente de inverno seco), segundo a classificação de Köppen (VENTURA *et al.*, 1965/66).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 repetições no caso de *Eucalyptus pseudoglobulus* e 4 repetições para *E. maidenii*, parcelas de 49 plantas porém considerando uma linha externa como bordadura, resultando em 25 plantas úteis por parcela, e espaçamento de 3 m x 2 m.

A cada dois anos foram feitas medições de altura e diâmetro à altura do peito (DAP) e avaliada a sobrevivência de plantas. Aos 11 anos foi realizado um desbaste seletivo de 40% das árvores de cada parcela, a fim de avaliar seu efeito

sobre o desenvolvimento e produção de sementes nas árvores remanescentes.

As análises de variância e comparações de médias pelo teste de Tukey foram baseadas nas medições aos 11 e 13 anos, ou seja, imediatamente antes e dois anos após o desbaste.

Aos 11 anos, o número de indivíduos vivos nas parcelas foi submetido à análise de variância após transformação em raiz quadrada de F+0,5 (SNEDECOR,1956), onde F representa o número de indivíduos vivos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e resultados das análises de variância das características avaliadas, os incrementos médios anuais e a porcentagem de sobrevivência são apresentados na TABELA 4 para as procedências de *E. pseudoglobulus* e, na TABELA 5 para as procedências de *E. maidenii*.

TABELA 4 - Valores médios e resultado das análises de variância para altura, DAP e sobrevivência (média transformada), incrementos médios anuais (IMA) antes e após desbaste, das procedências de *E. pseudoglobulus* às idades de 11 e 13 anos e porcentagem de sobrevivência.

CARACTERÍSTICAS AVALIADAS							
PROCEDÊNCIA	IDADE (anos)	ALTURA (m)	IMA (m)	DAP (cm)	IMA (cm)	SOBREVIVÊNCIA MÉDIA %	
26 - Kuark-Wibens Hill	11 (antes do desbaste)	21,928 A	1,99	18,140 A	1,65	4,548 A	80,8
27 - Jeeralang		19,026 B	1,73	15,454 B	1,40	4,527 A	80,0
F		12,02 **		13,20 **		0,07 n.s.	---
CV (%)		6,46		6,96		2,81	
D.M.S. (1%)		2,812		2,483		0,271	
26 - Kuark-Wibens Hill	13 (após desbaste)	26,448 A	2,03	22,116 A	1,70	---	---
27 - Jeeralang		23,476 B	1,81	18,526 B	1,43	---	---
F		19,14 **		11,45 **		---	---
CV (%)		4,30		8,26			
D.M.S. (1%)		2,972		3,564			

n.s. - valor de F não significativo

** - nível de 1% de significância pelo teste F

CV - coeficiente de variação

A, B - médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de significância

D.M.S. (1%) - diferença mínima significativa ao nível de 1% pelo teste de Tukey

TABELA 5 - Valores médios e resultados das análises de variância para altura, DAP e sobrevivência (média transformada), incrementos médios anuais (IMA) antes e após desbaste, das procedências de *E. maidenii* às idades de 11 e 13 anos e porcentagem de sobrevivência.

CARACTERÍSTICAS AVALIADAS								
PROCEDÊNCIA	IDADE (anos)	ALTURA (m)		IMA (m)	DAP (cm)	IMA (cm)	SOBREVIVÊNCIA MÉDIA	%
30 - Mt. Dromedary	11 (antes do desbaste)	22,333	A	2,03	18,340 a	1,67	4,229 b AB	70
29 - Tantawanglo		20,328	B	1,85	16,945 a	1,54	4,846 a A	92
32 - Bimmil Hill		19,190	B	1,75	16,433 a	1,49	3,934 b B	60
F		19,01 **			2,96 n.s.		12,35 **	---
CV (%)		3,54			6,66		6,11	
D.M.S. (5%)		---			2,268		0,523	
D.M.S. (1%)		1,982			---		0,719	
30 - Mt. Dromedary	13 (após desbaste)	26,105 a	A	2,01	22,098 a	1,70	---	---
29 - Tantawanglo		23,935 b	AB	1,84	20,490 a	1,58	---	---
32 - Bimmil Hill		22,933 b	B	1,76	19,593 a	1,51	---	---
F		9,90 **			2,73 n.s.		---	---
CV (%)		4,24			7,41			
D.M.S. (5%)		2,036			3,032			
D.M.S. (1%)		2,799			---			

n.s. - valor de F não significativo
** - nível de 1% de significância pelo teste F
CV - coeficiente de variação
a, b / A, B - médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% e 1% de significância, respectivamente
D.M.S. - diferença mínima significativa pelo teste de Tukey

A procedência Kuark-Wibens Hill de *E. pseudoglobulus* apresentou maior média de crescimento tanto em altura como em DAP, antes e após o desbaste, do que a procedência Jeeralang, apresentando médias significativamente diferentes ao nível de 1% para as duas características. A sobrevivência das duas procedências testadas foi de cerca de 80%, não diferindo estatisticamente entre si.

E. maidenii não apresentou diferenças significativas em DAP nas idades avaliadas. Já para altura e sobrevivência, houve diferenças estatisticamente significativas, da ordem de 5% e 1%, entre procedências.

A procedência Mt. Dromedary de *E. maidenii* apresentou o melhor crescimento tanto antes como após o desbaste embora sua sobrevivência não tenha sido a melhor.

A comparação entre os incrementos médios anuais em altura e DAP mostra

desenvolvimento semelhante das duas espécies em Itapeva (SP).

Os resultados obtidos em Scottsdale (Tasmânia) por VOLKER & ORME (1988) com *E. pseudoglobulus* foram semelhantes aos apresentados no presente trabalho, se os compararmos através dos incrementos médios anuais uma vez que as análises foram efetuadas em idades diferentes, mas *E. maidenii* mostrou crescimento superior em Itapeva (SP). Em relação ao experimento em Geeveston, desenvolvido pelos mesmos autores, os resultados obtidos no experimento em Itapeva foram superiores para as duas espécies. Isto comprova que as condições edafoclimáticas no local de experimentação (Itapeva) foram favoráveis ao desenvolvimento satisfatório das espécies, considerando que aqueles autores as testaram próximo à região de ocorrência das espécies.

Dentre as procedências de *E. globulus* subsp. *maidenii* que foram utilizadas por SHIMIZU *et al.* (1989) estão as três procedências de *E. maidenii* deste trabalho. Os resultados obtidos por estes autores em Guaíba (RS), foram superiores aos de Itapeva (SP), revelando altura da ordem de 17,08 m a 17,88 m e DAP, de 13,5 cm a 14,3 cm já aos seis anos de idade.

Comparando ainda os dados de sobrevivência, as procedências Tantawanglo, Mt. Dromedary e Bimmil Hill apresentaram em Guaíba (RS) apenas 79%, 50% e 66% de sobrevivência, respectivamente (SHIMIZU *et al.*, 1989), enquanto

que no experimento desenvolvido em Itapeva (SP) foram de 92%, 70% e 60%, respectivamente. A maior sobrevivência em Itapeva pode estar relacionada ao tipo de solo, uma vez que as condições climáticas em Guaíba devem ser ainda mais similares às da região de ocorrência das espécies do que as do sul do Estado de São Paulo.

A título de investigação preliminar, promovemos no Laboratório de Fitoquímica do Instituto Florestal, a extração de óleos essenciais de folhas recém colhidas das procedências de *E. pseudoglobulus* e *E. maidenii*, tendo obtido rendimentos variáveis, mostrados na TABELA 6.

TABELA 6 - Rendimento em óleos essenciais das procedências de *E. pseudoglobulus* e *E. maidenii*.

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	RENDIMENTO (%)
<i>Eucalyptus pseudoglobulus</i>	26 - Kuark - Wibens Hill	3,72
	27 - Jeeralang	2,89
<i>Eucalyptus maidenii</i>	29 - Tantawanglo	2,49
	30 - Mt. Dromedary	2,72
	32 - Bimmil Hill	2,29

Dados fornecidos pela PqC Massako Nakaoka Sakita, Laboratório de Fitoquímica - IF

Estes resultados são considerados promissores para as duas espécies por serem superiores aos padrões citados por GUENTHER (1950) para *E. globulus* (0,75% a 1,25%) e para *E. maidenii* (1%) não havendo, no entanto, dados para o *E. pseudoglobulus* fornecidos por este autor.

De forma geral, o desenvolvimento das espécies testadas foi bom nas condições de Itapeva (SP). Porém, até a idade de 13 anos, no local considerado, as espécies ainda não tinham produzido sementes viáveis, mesmo após o desbaste, apesar de florescerem e frutificarem. Isto pode indicar má adaptação ao local de experimentação, alterando os ciclos fenológicos.

Estudos envolvendo propagação vegetativa devem ser planejados, visando contornar a problemática da não produção de sementes, para aproveitamento econômico das espécies, aliados a experimentação em outras condições edafo-climáticas com novas sementes introduzidas

da região de ocorrência das espécies.

5 CONCLUSÕES

Nas condições do presente experimento concluiu-se:

- as espécies *Eucalyptus pseudoglobulus* e *Eucalyptus maidenii* apresentaram desenvolvimento semelhante em altura e DAP;
- as procedências Kuark - Wibens Hill de *E. pseudoglobulus* e Mt. Dromedary de *E. maidenii* são as mais promissoras para a região por terem apresentado melhor crescimento;
- a região sul do Estado de São Paulo é adequada à exploração das espécies testadas;
- as espécies testadas são promissoras para extração de óleos essenciais em virtude do elevado rendimento observado;
- as espécies não produziram sementes viáveis mesmo após o desbaste, devendo ser tentada a propagação vegetativa para multiplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GUENTHER, E. 1950. *The essential oils*. New York, D. Van Nostrand Company Inc. v. 4. 752p.
- INSTITUTO FORESTAL, CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1986. *Espécies forestales exóticas de interes economico para Chile*. Santiago, Gerencia de Desarrollo, AF 86/32. 168p.
- KIRKPATRICK, J. B. 1974. The numerical intraspecific taxonomy of *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, London, (69):89-104.
- MARTIN, D. G. & GARCIA VALLEJO, M. C. 1982. Esencias de eucaliptos arboreos aclimatados en España: I. Esencia de *Eucalyptus maidenii* F. Muell. *INIA, Serie: Forestal*, Madrid, (6):186-191.
- ORME, R. K. 1978 *Eucalyptus globulus* provenances. *Forest Genetic Resources*, Rome, (7):19-33. (Forestry Occasional Paper, 1)
- _____. 1983 Progressos no estudo de procedência de *Eucalyptus globulus*. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro-SP, ago, 25-30, 1980. *Anais... Silvicultura*, São Paulo, 8(31):483-486. v. 3.
- ROMANI, R. A. 1972. *Óleos essenciais de eucalipto*. Piracicaba, ESALQ-USP, Depto. De Silvicultura. 8p. (Seminário apresentado à disciplina Química da Madeira)
- SHIMIZU, J. Y.; ONUKI, M. & CÉSAR, E. R. G. 1989. Variações entre procedências de *E. globulus* subsp. *maidenii* em Guaíba, RS. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, (18/19):11-16.
- SNEDECOR, G. W. 1956. *Statistical methods*. Ames, Iowa State College Press. 5 ed.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M. A. M. 1965/66. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 4:57-140.
- VOLKER, P. W. & ORME, R. K. 1988. Provenance trials of *E. globulus* and related species in Tasmania. *Aust. For.*, Melbourne, 51(4):257-265.

DISPERSÃO DE FRUTOS/SEMENTES DE *Genipa americana* L. (RUBIACEAE) EM MATA CILIAR DO RIO MOJI-GUAÇU - SP*

Cybele de Souza Machado CRESTANA**

RESUMO

A dinâmica da dispersão de *Genipa americana* L. foi estudada através da observação do fruto e acompanhamento do processo em indivíduos adultos, mediante amostragem em transecções instaladas nas direções NO-SE e SO-NE, em parcelas de 12 m², a distâncias variando entre 0 a 10 m do tronco. A partir do início da queda dos frutos, foram realizadas três coletas consecutivas, a intervalos de trinta dias, tendo sido registrado o número de frutos caídos segundo a localização da transecção. Como dados complementares, cada árvore matriz foi caracterizada dendrometricamente e os dados obtidos, relacionados com os dados locais de clima e topografia. A sequência de dispersão é marcada por maior volume de queda em janeiro. Os frutos são bagas ovóides, volumosas, pesadas, aromáticas e suculentas, indeiscentes, sem aparato especializado e flutuam. Depositam-se sob a copa, principalmente na direção NO-SE, provavelmente por influência de características particulares das árvores com seu entorno; concentram-se próximos ao tronco ou até à meia distância entre o tronco e o limite de projeção da copa, corroborando a síndrome de barocoria, prioritariamente, associada à ação de mamíferos e roedores que desempenham, respectivamente, os papéis de dispersores secundários de sementes e facilitadores de sua apresentação. Relacionando a dispersão e a mata ciliar, foi observada a coincidência entre o amadurecimento, a queda dos frutos e a época de inundação, favorecendo a dispersão. A efetiva dispersão é resultado da combinação dos fatores abundância, forma, densidade e flutuação do fruto com a topografia local, a ocorrência de inundação e a presença de macacos e serelepes na floresta.

Palavras - chave: *Genipa americana*; semente; dispersão; mata ciliar.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos quinze anos, o conhecimento das matas ciliares tem sido prestigiado pela comunidade científica mediante o apoio institucional e obtido o interesse da iniciativa particular. No entanto, visto tratar-se de

ABSTRACT

Genipa americana L. dispersal dynamic was studied by fruit-watching and the process accompaniment in adult trees, before sampling in the transects installed in Northwest-Southeast (NW-SE) and Southwest-Northeast (SW-NE) in items of twelve square meters with distances varying between 0.0 to 10 m of the trunk. Three pickings were done with four-week intervals from the beginning of fruit fall, having the number of fallen fruits been computed according to the transects localization. As supplementary data, each matrix tree was dendrometrically characterized and related to local climate and topography data. Dispersion sequence is remarked by higher fall volume in January. Fruits are oval bags, voluminous, heavy, aromatic, juicy, indehiscents, with no specialized apparatus and float. They deposit themselves under the crown, mainly in NW-SE direction, probably by particular tree characteristics influence with its spread; they concentrate themselves close to the trunk or up to mid distance between trunk and crown projection limit. Such results agree with the barochory syndrome, basically associated to the action of mammals and rodents which perform, respectively, roles of secondary dispersors of seeds and easy-makers of its presentation. About the relation between dispersal process and riparian environment, results emphasized the coincidence between flood annual time and ripening and fall of fruits, favouring dispersion. It was evident that effective dispersion is a result of combination of abundance, shape, density and fruit floatation factors with local topography, flood occurrence and the presence of monkeys and "serelepes" in the forest.

Key words: *Genipa americana*; seed; dispersal; riparian forest.

ecossistema extremamente complexo, os estudos envolvendo as matas ciliares apresentam grandes lacunas.

No campo das relações entre as espécies e o ambiente ciliar contam-se as pesquisas de CAVALLARI & GRIPP (1991) sobre monitoramento fenológico de 27 espécies típicas,

(*) Parte da Tese de Doutorado apresentada em 06/12/93 ao Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro e aceito para publicação em dezembro de 1996.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

de ASSAD-LUDEWIGS & COSTA (1991) sobre dispersão, fenologia e desenvolvimento de *Inga vera* Willd. (Leguminosae-Mimosoideae) e de FIGLIOLIA & KAGEYAMA (1995) sobre dispersão de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. *Genipa americana* é relacionada como espécie de mata ciliar e aparece também em listagens que abordam a ocupação florística ou os aspectos silviculturais que orientam a indicação de espécies para fins de recomposição florestal.

Nas primeiras pesquisas sobre levantamento florístico e/ou fitossociológico realizadas, *G. americana* é identificada e apontada ocorrendo em matas ciliares. Nesse passo começou a fazer parte das espécies a serem plantadas em projetos de reflorestamento de áreas alteradas e do rol de espécies indicadas, agora em projetos de implantação, acompanhados de experimentação e monitoramento. Apareceu, em seguida, na pesquisa que analisou aspectos fitossociológicos em 3 áreas de mata ciliar (MANTOVANI *et al.*, 1989) - Mata do Português, Mata da Figueira e Mata da Mariana - em Moji-Guaçu, SP, em que a espécie é amostrada nas duas primeiras matas, contribuindo com 8,47% do IVC, na Mata do Português.

Dentre as pesquisas que conferem tratamento ecológico ao conhecimento da espécie, CRESTANA *et al.* (1992) ao considerar a especificidade do ecossistema ciliar, examinam a flutuabilidade com vistas a interpretar os processos de dispersão e estabelecimento. Esse estudo, realizado em mata ciliar do rio Moji-Guaçu, visou ao desenvolvimento do fruto em termos de diâmetro, comprimento, peso e densidade associados ao regime hídrico local. A flutuação ocorreu na maior parte do período de desenvolvimento, ou seja, durante doze meses, até o início das cheias, sendo o fruto transportado pela água. A tendência à imersão durante a maturação coincidiu com o período de maior pluviosidade e, presumivelmente, de fixação dos frutos no solo. Com a diminuição das chuvas, a água de inundação retornou ao leito do rio, quando a maioria dos frutos se mostrava madura (máxima densidade e total imersão), finalizando o processo de dispersão.

Assim, os autores concluíram que a dispersão pela água parece ser, para a espécie, um fator importante e adaptativo. A água atuaria como dispersor por dois modos distintos: primeiro, possibilitando ampla distribuição durante as cheias

do rio e, segundo, de modo mais restrito, com transporte lento dos frutos próximo às árvores matrizes, e sujeitos à intercepção por barreiras ou diques naturais.

FOSTER *et al.* (1986) estudaram duas comunidades naturais sequenciais próximas ao rio Manu, na Amazônia peruana, cobrindo aproximadamente os primeiros 200 anos do desenvolvimento dessas comunidades. Tomando como indicadores de idade a presença de diques naturais e meandros em planícies de inundação em locais de curva do rio, associaram a descrição da composição e a estrutura das duas comunidades vegetais e a distribuição de seus mecanismos de dispersão, em busca de explicação para as mudanças que ocorrem no espectro do mecanismo de dispersão à medida que uma floresta tropical se desenvolve a partir da margem do rio.

As comunidades sequenciais estudadas, diferenciadas por suas espécies predominantes, são resultado de diferentes taxas de crescimento, a primeira representando uma versão compacta do que foi a colonização nos últimos 200 anos no local da curva do rio e a segunda, uma floresta madura cuja parte mais jovem apresenta árvores de 180 a 200 anos e a parte mais antiga por volta de 200 ± 50 anos.

O primeiro tipo de floresta apresentou três fisionomias distintas: a) próximo à margem do rio, vegetação anual de partes e plântulas arrastadas pela inundação, resultantes de sementes dispersas por vento, morcegos e secundariamente pela água; b) floresta de *Gynerium* ou espécies equivalentes de até 10 m de altura, dispersas pelo vento ou resultantes da brotação de pedaços de tronco depositados pelo rio; c) plântulas de *Cecropia* sp ou equivalentes, predominantemente dispersas por morcego ou pelo vento, em local suficientemente alto de repetidos depósitos de aluvião para suportar vegetação permanente, resistente à inundação anual.

Finalmente, na floresta de *Ficus* sp e *Cedrela* sp, a predominância de espécies dispersas por morcegos ou vento, mas aumentando a proporção das espécies dispersas por mamíferos e pássaros, o que é indicado pelo grande número de espécies representadas. A maioria das espécies dispersas por mamíferos é de árvores de porte médio quando adultas. *G. americana*, entre outras Rubiaceae, é relacionada entre as espécies dispersas por mamíferos e, secundariamente, por pássaros

grandes pertencentes à comunidade mais antiga, situada à maior distância do rio e menos sujeita à inundação anual.

O objetivo deste trabalho foi estudar a dinâmica da dispersão de *G. americana*, caracterizar a síndrome de dispersão e estabelecer relações entre o processo de dispersão e a mata ciliar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da Aparência do Diásporo, Queda, Apodrecimento e Início da Germinação das Sementes

2.2 Padrões de Dispersão de Frutos e Sementes

2.2.1 Amostragem

Os padrões foram determinados utilizando-se três árvores separadas, mediante amostragem em transectos instalados nas direções Noroeste-Sudeste e Sudoeste-Nordeste, sendo duas árvores (B e C) localizadas no interior da mata e a terceira, distante aproximadamente 10 m da borda da floresta. Centralizando-se cada árvore, fixaram-se transectos de 20 m de comprimento por 6 m de largura. Parcelas de coleta foram delimitadas em áreas de 12 m². Nessas parcelas, os frutos maduros caídos foram contados, em três coletas, a espaços de 4 semanas, até a totalização da queda.

2.2.2 Parâmetros

Para cada árvore matriz foram levantados:

- a) a quantificação dos frutos caídos, segundo a localização do transecto, em cada coleta;
- b) os dados dendrométricos de altura total das árvores, altura do fuste, altura da copa e DAP;
- c) dados complementares locais de clima e topografia;
- d) a estimativa da produção média de sementes por indivíduo, obtida pela contagem de frutos, em todas as parcelas, multiplicada pela média de sementes por fruto. Complementarmente, foram realizados testes de viabilidade, com sementes recém-coletadas, utilizando-se solução a 1% de cloreto de tetrazólio.

2.2.3 Caracterização do padrão de dispersão

A partir das médias amostrais construiu-se um gráfico da função de dispersão, diferenciando-se a função geral e a função para cada direção de coleta. O padrão de dispersão da espécie foi assim caracterizado:

- a) sequência da queda de frutos, obtida pela análise das médias e amplitudes de variação de frutos caídos nos transectos, a cada coleta;
- b) identificação das áreas de maior concentração de queda de frutos, expressa em termos de direção e distância da planta matriz;
- c) distância máxima de dispersão, expressa em metros, a partir da árvore matriz, depois da qual não se verificou queda de frutos.

O resultado foi expresso em termos de identificação de um padrão ou síndrome de dispersão, contrastado com a classificação de NIEMBRO (1983).

3 RESULTADOS

3.1 Dispersão dos Frutos e Germinação das Sementes

O fruto desenvolvido e maduro é uma baga volumosa, ovóide, com até 12 cm de comprimento e 8 cm de diâmetro, de consistência mole, aroma penetrante ligeiramente fermentado, saboroso. O pericarpo é constituído de epicarpo fino e pouco resistente, mesocarpo lacunoso, esbranquiçado, ligeiramente doce, com cerca de 1 cm de espessura, e endocarpo fino e fibroso. A placenta é gelatinosa, doce-acidulada, amarela e representa quase 2/3 do peso do fruto que tem, em média, 152,19 g. Esta envolve um grande número de sementes claras ou cinzentas, achatadas, com cerca de 1 cm de comprimento, de tegumento áspero. No local de estudo, frutos maduros são atrativos para macacos "sauá" (*Callicebus personatus*) e "prego" (*Cebus apella*), que os procuram no alto das árvores quando, mesmo maduros, permanecem presos aos pedúnculos, e para "serelepes" ou "caxinguelês" (*Sciurus* sp), que os procuram no chão ou no alto das árvores.

Os frutos não apanhados caem inteiros e, após 10 a 15 dias, o contato direto com o solo úmido e as elevadas temperaturas de verão proporcionam o início da destruição do mesocarpo.

Durante o período de queda, frutos maduros podem ser vistos no chão, próximos às árvores matrizes, com todo o mesocarpo comido por animais. Assim, mais ou menos destruídos, mostram fileiras de sementes alinhadas na polpa. À medida que o fruto se decompõe, vai se abrindo, expondo as sementes que iniciam a germinação; esta fase é fortemente marcada pelo intenso odor exalado pelos frutos no solo da floresta.

A queda de frutos maduros, iniciando no começo de dezembro, completa-se entre 20 de janeiro e início de fevereiro. Os frutos permanecem no solo durante fevereiro, mês de altas temperatura e pluviosidade; no início de março as sementes estão intumescidas, embebidas na polpa de frutos ainda apodrecendo. Com a germinação, formam buquês de plântulas que, no início de abril, apresentam uma altura média de 6 cm.

3.2 Dados de Experimentação

3.2.1 Clima e topografia

a) Clima

Os dados de temperatura, pluviosidade, umidade relativa e horas de sol por mês, na Estação Ecológica de Moji-Guaçu, SP, a cada coleta, são apresentados na TABELA 1.

Nota-se a ascendência dos valores de clima, do início da observação até a data da segunda coleta - 21 de fevereiro - e o subsequente declínio, com exceção dos valores de insolação, que se elevam. Tais valores de variáveis climáticas são comuns na região nesta época do ano.

b) Topografia

Em observação visual, a topografia, nos limites de projeção da copa, para cada árvore, é relativamente plana. Na árvore C notou-se uma pequena inclinação de cerca de 1% na direção Noroeste.

TABELA 1 - Médias mensais de temperatura (T), pluviosidade (P), umidade relativa (UR) e horas de sol (S), na Estação Ecológica de Moji-Guaçu, SP, nas diferentes datas de coleta, durante a dispersão de frutos de *Genipa americana*, no ano de 1990.

Datas de Coleta	T (médias mensais)	P (médias mensais)	UR (médias mensais)	S (médias mensais)
	(°C)	(mm)	(%)	(h)
27 de janeiro	22,94	280,3	82,41	169:27
21 de fevereiro	23,36	288,2	83,39	142:11
21 de março	23,06	91,5	76,27	210:52

3.2.2 Dendrometria

Na TABELA 2 são representados os dados dendrométricos para as três árvores matrizes. Os valores evidenciam tratar-se de árvores adultas, com as seguintes características quanto aos fatores de influência sobre a dispersão de frutos e sementes: variadas (amplitudes de 16,5 m a 25,0 m) quanto às medidas de altura, e pouco variadas (amplitudes de 10,0 m a 12,0 m) quanto às medidas de diâmetro da copa. Das 3 árvores, as duas que se localizam no interior da mata têm maior altura.

Diferencia-se delas a árvore A, que está localizada na borda da floresta e apresenta maior DAP e diâmetro de copa.

3.2.3 Características do padrão de dispersão

3.2.3.1 Seqüência de queda de frutos

Na TABELA 3 são apresentadas as amplitudes de variação, as médias e porcentagens de queda de frutos para as árvores observadas, nas três datas de coletas.

TABELA 2 - Médias e amplitudes de variação para DAP, altura total, altura do fuste e da copa e diâmetro das copas para as árvores estudadas.

Característica	Média	Amplitude de variação
DAP (cm)	39,3	(30,0 - 50,0)
Altura total (m)	19,8	(16,5 - 25,0)
Altura do fuste (m)	8,8	(6,5 - 10,0)
Altura da copa (m)	11,0	(8,0 - 15,0)
Diâmetro da copa (m)	10,7	(10,0 - 12,0)

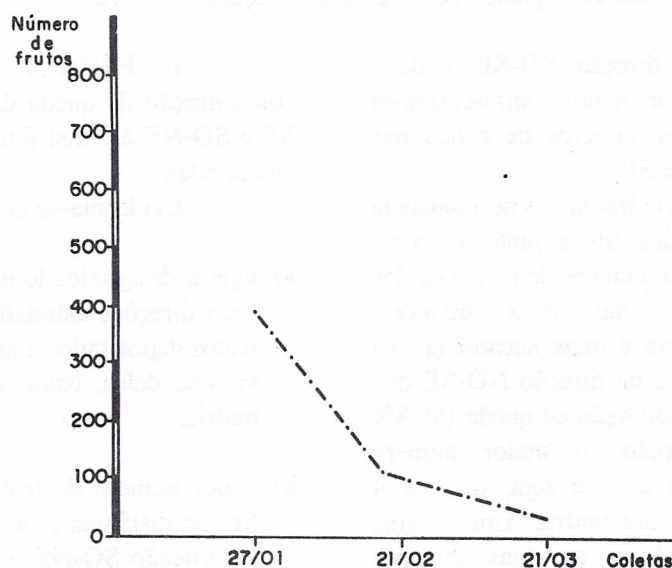
TABELA 3 - Médias amostrais de queda de frutos de *Genipa americana* em 3 datas de coletas: 27/01; 21/02 e 21/03 de 1990.

Datas de coleta	Número de frutos caídos (médias)	Porcentagem (%)	Amplitude de variação
27/01	390	73	145-577
21/02	114	21	38-237
21/03	30	6	15-56
Totais	534	100	203-870

O maior volume de queda de frutos, representando em média 73% da produção, foi observado na primeira coleta, realizada um mês após o início da maturação. O volume de queda diminuiu bastante em seguida, com 21% em média, na segunda coleta e os restantes 6%

na terceira. Na TABELA 3 é evidenciada, ainda, a grande variação na produção de frutos entre as árvores observadas.

A FIGURA 1 ilustra a seqüência de queda a partir das médias para as árvores matrizes observadas.

FIGURA 1 - Valores médios de queda de frutos de *Genipa americana* em três coletas : 27/01; 21/02 e 21/03 de 1990.

3.2.3.2 Produção de sementes por árvore

Amostras de 30 frutos, dez de cada árvore, apresentaram 389 sementes, em média, por fruto. Estimou-se em 207.726 a produção média de sementes por árvore.

3.2.3.3 Teste de viabilidade

A viabilidade das sementes recém-coletadas

mostrou resultados positivos em 98% das sementes.

3.2.3.4 Áreas de concentração de queda de frutos e distâncias máximas de dispersão

A TABELA 4 apresenta as médias e porcentagens de frutos caídos, nas 5 distâncias de parcelas, nas direções NO-SE e SO-NE, para as árvores amostradas.

TABELA 4 - Médias e porcentagens de frutos de *Genipa americana* caídos em 4 direções de coleta, em 5 distâncias de parcelas para as árvores observadas.

Distâncias da árvore matriz	Direções									
	NO	%	SE	%	NO-SE	%	SO-NE	%	Totais	%
1 - 0 a 2 m	108	13,9	108	31,8	216*	19,3	216*	44,5	432	26,9
2 - 2 a 4 m	203	26,1	117	34,4	320	28,6	101	20,8	421	26,2
3 - 4 a 6 m	185	23,7	68	20,0	253	22,6	107	22,1	360	22,4
4 - 6 a 8 m	179	23,0	43	12,6	222	19,8	54	11,1	276	17,2
5 - 8 a 10 m	104	13,3	4	1,2	108	9,7	7	1,4	115	7,2
Totais	779	48,6	340	21,2	1119	69,8	485	30,2	1604	99,9

* Valores médios, obtidos pela divisão, por dois, do total de frutos caídos. A distância 1 corresponde ao cruzamento dos transectos, onde não se distinguem os valores referentes a cada uma das duas direções. O mesmo procedimento foi adotado quando se separou as direções NO e SE.

Com relação à direção NO-SE, onde a concentração de queda é maior, apresentam-se também, em separado, os números de frutos nas direções antagônicas NO e SE.

A TABELA 4 evidencia, como tendência geral, a concentração dos frutos junto à árvore matriz. A comparação do número de frutos caídos a diferentes distâncias, nas duas direções, mostra que essa tendência é mais acentuada na direção SO-NE. Porém, é na direção NO-SE que se verifica a maior concentração de queda (69,8% dos frutos). Nesta direção, o maior número concentra-se na distância 2, ou seja, de 2 a 4 metros a partir da árvore matriz. Um exame mais detalhado, separando-se as duas direções antagônicas dentro do rumo NO-SE, evidencia a mesma tendência, com volume maior de queda na direção NO (48,6% dos frutos).

A FIGURA 2 permite visualizar a concentração de queda de frutos nas direções NO-SE e SO-NE e a distribuição geral para as árvores amostradas.

Evidencia-se como resultado geral:

- ligeira desigualdade no padrão de dispersão das duas direções estudadas, com número maior de frutos depositados a até 6 metros, e quase todo o volume deles, caído a até 8 metros da árvore matriz;
- maior número de frutos caídos na direção NO-SE, na distância 2, a 4 metros da árvore matriz. Na direção SO-NE a maioria deles deposita-se junto ao tronco;
- distância máxima de dispersão de 10 m.

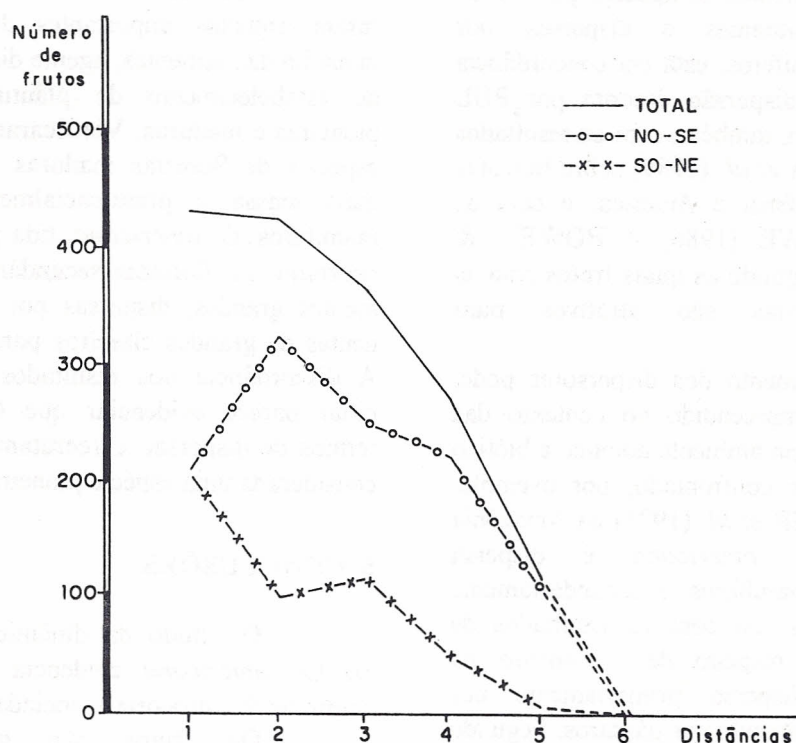


FIGURA 2 - Valores médios de concentração de queda de frutos de *Genipa americana* a diferentes distâncias da árvore matriz, nas direções NO-SE, SO-NE e distribuição total.

3.2.3.5 Determinação do padrão de dispersão

Em resumo, os resultados de observação e de experimentação são os seguintes:

- quanto à aparência do diásporo: fruto grande, pesado, carnoso e suculento, indeiscente, e sem estrutura especializada; podendo ser encontrado, quando maduro e ainda preso ao pedúnculo, parcialmente comido e com a polpa exposta e, quando depositado no solo, com o mesocarpo parcialmente roído, mas sem expor a polpa;
- sequência de dispersão marcada por maior volume de queda (73%) na primeira fase do processo: janeiro;
- quanto à densidade de queda de frutos e sementes: frutos depositados sob a copa, onde se distribuem principalmente na direção NO-SE (e dentro desta, em maior volume na direção NO), provavelmente influenciados por características particulares da relação dos indivíduos com seu

ambiente mais próximo. Essas características seriam a localização da árvore no conjunto, a topografia nos limites de projeção de sua copa e seus dados dendrométricos. Quanto à situação da árvore na mata: árvores que compõem o dossel.

- frutos caídos concentrados próximo ao tronco ou até à meia distância entre o tronco e a borda.

A associação de tais resultados, em contraste com o quadro estabelecido por NIEMBRO (1983), parece concordar, no caso de *G. americana* em mata ripária, com a síndrome da barocoria prioritariamente, mais associada à ação de mamíferos e roedores que desempenham, respectivamente, os papéis de dispersores secundários de sementes e facilitadores da sua apresentação.

4 DISCUSSÃO

Confrontando-se as características referentes à dispersão, em *G. americana* a presença

de frutos grandes, marrons, compostos por massa gelatinosa doce, flutuantes e dispersos por barocoria ou por mamíferos, está em concordância com a síndrome de dispersão descrita por PIJL (1982). Está de acordo, também, com os resultados publicados por BAWA *et al.* (1989) sobre florestas tropicais na Ásia, África e América, e com as observações de HOWE (1986) e HOWE & WESTLEY (1986) segundo as quais frutos com as características descritas são atrativos para mamíferos arbóreos.

O comportamento dos dispersores pode, por sua vez, ser compreendido no contexto das interações da espécie em ambiente abiótico e biótico típicos. Isto pode ser confrontado, por exemplo, com dados de FOSTER *et al.* (1986) na Amazônia peruana, onde *G. americana* é dispersa primariamente por mamíferos e secundariamente por pássaros grandes; ou com os resultados de JANZEN (1967) a respeito de *G. caruto* na América Central, dispersa primariamente por gravidade e secundariamente por pássaros. Segundo GOTTSBERGER (1978), na Amazônia, *G. americana* é alimento de tartarugas e peixes, devendo-se, entretanto, afastar a hipótese de dispersão ictiocórica, uma vez que os peixes trituram as sementes, destruindo sua capacidade de germinar.

A identificação do agente dispersor pode ser complementada pelos resultados obtidos por CRESTANA *et al.* (1992) sobre flutuabilidade dos frutos de *G. americana* em floresta ripária. Isso recai sobre a combinação entre o processo de maturação do fruto, sua capacidade de flutuação quando verde e imersão à época da maturação, que coincide com o período anual de cheias do rio. Em *G. americana* na mata ciliar, confirma-se o padrão de dispersão primariamente barocórico, atuando como agente dispersor o próprio rio, pela inundação e, secundariamente, zoocórico, tendo como agentes dispersores mamíferos pequenos e roedores.

Fenômeno semelhante foi verificado por CHAPMAN & CHAPMAN (1990), na Costa Rica, onde *G. americana* ocorre como espécie típica de floresta secundária, oferecendo recurso alimentar para primatas.

Também HARPER (1977) identificou o sistema de dispersão por zoocoria como predominante (69%) entre as espécies arbóreas representativas de florestas secundárias.

FOSTER & JANSON (1985) compararam aspectos importantes da dispersão como tamanho das sementes, agente dispersor e condições de estabelecimento de plântulas, em florestas pioneiras e maduras. Verificaram que, enquanto as espécies de florestas maduras têm sementes com mais massa e preferencialmente dispersas por mamíferos, *G. americana*, tida pelos autores como ocorrente em florestas secundárias, apresentou sementes grandes, dispersas por pássaros e dependentes de grandes clareiras para se estabelecerem. A discordância dos resultados obtidos em mata ciliar parece evidenciar que *G. americana*, em termos de dispersão e recrutamento, não pode ser considerada uma espécie pioneira típica.

5 CONCLUSÕES

O estudo da dinâmica de dispersão de *Genipa americana* evidencia para a espécie a síndrome da barocoria associada à zoocoria.

Os frutos são grandes, carnosos, suculentos, indeiscentes. Quando maduros caem, preferencialmente sob a copa e são dispersos pela água do rio e pela ação de mamíferos e roedores.

Quanto às relações entre a espécie e o ambiente biótico e abiótico da mata ciliar, foi evidenciada coincidência entre o amadurecimento e queda dos frutos e a época de inundação anual favorecendo a dispersão. Evidenciou-se, ainda, relação entre abundância, forma, densidade, flutuação do fruto e topografia local, inundação e presença de macacos e serelepes na floresta, efetivando a dispersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD-LUDEWIGS, I. Y. & COSTA, M. P. da. 1991. Dispersão, fenologia e desenvolvimento em *Inga vera* Willd. (Leguminosae-Mimosoideae), arbórea nativa de mata ciliar. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, Goiânia-GO, jan. 20-26, 1991. *Resumos...* Goiânia, Centro Editorial e Gráfico da Universidade Federal de Goiás. p. 113.
- BAWA, K. S. *et al.* 1989. *Reproductive ecology of tropical forest plants. Research insights and management implications*. Paris, UNESCO. 56p. (Biology International, 21) (Special Issue)

CRESTANA, C. de S. M. Dispersão de frutos/sementes de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ciliar do rio Moji-Guaçu - SP.

- CAVALLARI, D. A. N. & GRIPP, A. 1991. Monitoramento fenológico de espécies florestais em mata de galeria do Distrito Federal. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL. Goiânia-GO, jan. 20-26, 1991. *Resumos...* Goiânia, Centro Editorial e Gráfico da Universidade Federal de Goiás. p. 171.
- CHAPMAN, C. A. & CHAPMAN, L. J. 1990. Density and growth rate of some tropical dry forest trees; comparison between successional forest types. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, Lancaster, 117(3):226-231.
- CRESTANA, C. de S. M. et al. 1992. Fenologia do fruto de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ciliar do rio Moji-Guaçu, SP. *IPEF*, Piracicaba, (45):31-34.
- FIGLIOLIA, M. B. & KAGEYAMA, P. Y. 1995. Dispersão de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn em floresta ripária do Rio Moji-Guaçu, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 7(1):65-80.
- FOSTER, R. B.; ARCE, J. B. & WACHTER, T. S. 1986. Dispersal and the sequential plant communities in Amazonian Peru floodplain. In: STRADA, A. & FLEMING, T. H. & HEITHAUS, E. R. *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht, Junk Publishers. p. 357-370.
- FOSTER, S. A. & JANSON, C. H. 1985. The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology*, New York. 66(3):773-80.
- GOTTSBERGER, G. 1978. Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazonian. *Biotropica*, St. Louis, 10(3):170-83.
- HARPER, J. L. 1977. *Population biology of plants*. London, Academic Press. 892p.
- HOWE, H. F. 1986. *Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals*. London, Academic Press. cap. 4. p. 123-89.
- _____. & WESTLEY, L. C. 1988. *Ecological relationships of plants and animals*. New York, Oxford University Press. 273p.
- JANZEN, D. H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, Lawrence, 21(3):620-637.
- MANTOVANI, W. et al. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Moji-Guaçu, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, São Paulo-SP, abr. 11-15, 1989. *Anais...* Campinas, Fundação Cargill. p. 235-267.
- NIEMBRO, R. A. 1983. Disseminación natural de espécies forestales mexicanas. In: REUNIÓN SOBRE PROBLEMAS EN SEMILLAS FORESTALES TROPICALES, San Felipe - Bacalar, Quintana Roo, Mexico, oct. 1980. Mexico, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Tomo II. p. 121-127. (Publicación Especial, 40)
- PIJL, L. van der. 1982. *Principles of dispersal in higher plants*. 3 ed. Berlin, Springer-Verlag, 214p.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

1 REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL (Rev. Inst. Flor.)

Publicação semestral do Instituto Florestal, destinada à veiculação de artigos técnico-científicos, notas científicas e revisões bibliográficas em ciências florestais e afins.

1.1 Encaminhamento e Apresentação do Original

Os trabalhos deverão ser encaminhados ao Diretor Geral do Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970 - São Paulo - SP - Brasil, em 4 (quatro) vias (1 original e 3 cópias), datilografadas em papel sulfite (215 mm x 315 mm), em espaço duplo, respeitando-se as margens superior e inferior de 20 mm x 20 mm e as margens laterais esquerda de 30 mm e direita de 20 mm.

Deverão obedecer a seguinte ordem: **TÍTULO** do trabalho em caixa alta, seguido do título na língua do "ABSTRACT"; nome(s) do(s) **AUTOR(ES)** logo abaixo do lado direito, datilografado(s) em ordem direta, prenome e sobrenome sendo o último em caixa alta. A filiação do(s) autor(es) e endereço(s) deverá(ão) constar em nota de rodapé, indicado(s) por asterisco(s) ou número(s). **RESUMO** e "ABSTRACT" seguidos de **PALAVRAS-CHAVE** e "KEY WORDS"; **INTRODUÇÃO**, **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** (que dependendo do(s) autor(es) pode ser incluída na **INTRODUÇÃO**); **MATERIAL(AIS)** E **MÉTODO(S)**; **RESULTADO(S)**; **DISCUSSÃO**; **CONCLUSÃO(ÕES)**; **AGRADECIMENTO** (se houver) e **REFERÊNCIA(S) BIBLIOGRÁFICA(S)**.

1.2 Ilustrações

São consideradas ilustrações as **FIGURAS** e **TABELAS**. Deverão ser citadas no texto e colocadas o mais próximo possível deste.

1.2.1 As FIGURAS (mapas, gráficos, fotos, desenhos), deverão ser numeradas contínua e sequencialmente com algarismos arábicos e título auto-explicativo abaixo, o original das figuras deverá ser confeccionado em papel vegetal, a nanquim. O uso de escala é obrigatório, e constará juntamente com a legenda (se houver), na própria figura. As normografias e as legendas deverão ser feitas com letras finas, em negrito. As fotos deverão ser, preferencialmente, em preto de branco de boa qualidade, acompanhada dos negativos.

1.2.2 As TABELAS deverão ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos, encabeçadas e citadas como **TABELAS** com título auto-explicativo sendo a numeração distinta daquelas das figuras. As linhas horizontais só aparecerão separando o título do conteúdo e no final da mesma; evitar tabelas muito extensas.

1.2.3 O tamanho máximo das ilustrações será de **215 mm x 170 mm**, incluindo o título e a fonte (se houver). Caso seja necessário reduzir o original, calcular a redução de acordo com o tamanho da página impressa para que não haja perda na nitidez.

1.3 Citação de Literatura no Texto

Deverá ser feita na forma de autor em caixa alta e ano entre parênteses. Quando houver mais de dois autores usar *et al.*

1.4 Referência Bibliográfica

Deverá ser dada sem numeração, em ordem alfabética do sobrenome. Quando houver vários artigos do(s) mesmo(s) autor(s), obedecer a ordem cronológica crescente, e quando houver vários artigos no mesmo ano, indicar: 1988a, 1988b, etc.

2 INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS

Para maiores esclarecimentos sobre a organização dos trabalhos especialmente quanto à maneira de colocação de títulos e sub-títulos, subdivisão do texto, organização de tabelas e figuras, consultar o número mais recente da revista. Os casos omissos serão resolvidos pela Comissão Editorial.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

1 REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL (Rev. Inst. Flor.)

Issued bi-annually by "Instituto Florestal" for the publication of original research papers, research notes and literature reviews in all branches of forestry sciences.

1.1 Submission of Articles

The articles submitted for publication should be addressed to the "Diretor Geral do Instituto Florestal, Caixa Postal 1322 - 01059-970 - São Paulo - SP - Brasil" presented in 4 (four) copies (1 original and 3 copies), typed on white paper (215 mm x 315 mm), double spaced leaving, as matter of margin, 20 mm on the top and bottom; 30 mm on the left side and 20 mm on the right side of each page.

The parts of the articles should be presented in the following order: **TITLE**, typed in capitals, followed by the title translated into the language of the **ABSTRACT**; name(s) of the author(s) at the right side of the sheet, immediately under the title, name followed by the surname (the last one written in capitals. The author's affiliation and address(es) should be written as foot notes indicated by asterisks or numbers. "RESUMO" and **ABSTRACT** followed by "PALAVRAS-CHAVE" and **KEY WORDS**; **INTRODUCTION**, **LITERATURE REVIEW** (depending on the author(s) this part may be included in the Introduction); **MATERIAL(S) AND METHOD(S)**; **RESULT(S)**; **DISCUSSION**; **CONCLUSION(S)**; **ACKNOWLEDGEMENT** (if any) and **BIBLIOGRAPHY**.

1.2 Illustrations

FIGURES and **TABLES** are considered illustrations. They should be inserted close to their references in the text.

1.2.1 The FIGURES (maps, graphs, photos, drawings) should be sequentially numbered with arabic numerals; below each figure should appear a self-explaining caption. The original figures should be drawn in china ink on drawing paper. The use of the scale and legend (if any) in the figure is compulsory. All the drawings must be printed in bold face. The photos should be preferable in black and white with pronounced contrasts, and attached with the negatives.

1.2.2 The TABLES should be consecutively numbered with arabic numerals and above each one should appear a self-explaining caption. Horizontal lines must be used to separate the caption from the table's body and to finish it. The table(s) should be compact.

1.2.3 The maximum size of each illustration should be **215 mm x 170 mm**, including the caption and the source (if any). If reduction is necessary, care should be taken in order to keep clearness.

1.3 Literature Citation in the Text

Should be made by means of the **AUTHOR'S SURNAME** in capitals followed by the **YEAR** of publication inserted in parentheses. In case of more than two authors *et al.* should be used.

1.4 Bibliography

Should be done in alphabetical order of the author's surname and without numeration. In case of more than one paper of the same author(s), the chronological order must be followed and more than one paper in the same year must be indicated by 1989a, 1989b and so on.

2 SPECIAL INFORMATION

For more detailed instructions concerning the lay out of the paper, specially on the manner of setting out titles and subtitles, sub-division of the text and arrangement of tables and figures, consult the most recent issue of this paper. Omitted cases will be solved by the **EDITORIAL BOARD**.



Secretaria do Meio Ambiente



INSTITUTO
FLORESTAL



GOVERNO DO ESTADO
DE SÃO PAULO