

IPEF, n.41/42, p.83-93, jan./dez.1989

SUCCESSÃO SECUNDÁRIA, ESTRUTURA GENÉTICA E PLANTAÇÕES DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS

PAULO YOSHIO KAGEYAMA
ESALQ/USP, Departamento de Ciências Florestais
13400 - Piracicaba - SP

CARLOS FERREIRA DE ABREU CASTRO
Universidade Federal de Mato Grosso
Depto. de Engenharia Florestal
78100 - Cuiabá - MT

ABSTRACT - This paper discusses indigenous tree species plantations, in connection with natural process of tropical forest. Results from silvicultural trials are also analyzed, with the purpose of observing possible trends and utilizing this information in different types of plantations. Forest plantations aim, basically, the production of wood and/or environmental protection. Each one of these cases requires different approaches in relation to issues as floristic composition, structure, reproduction and self-regeneration of the forest. Furthermore, to maintain genetic pool of tree species in plantation and ecosystem equilibrium, the comprehension of the genetic structure of the populations involved and its complex interactions is needed. Secondary succession is a basic concept for heterogeneous plantations success. In this sense, tree species are grouped in relation to its successional stages based on data from silvicultural experiments. Successful restoration plantations also are considered, aiming to establish and/or systematize some basic criterion to guide the research in mixed plantation models.

RESUMO - O trabalho discute plantações de espécies arbóreas nativas considerando alguns processos naturais da floresta tropical. A partir da análise de resultados experimentais com plantações de espécies nativas, principalmente da floresta do Planalto do Estado de São Paulo, são buscadas propostas para a utilização dessas espécies em diferentes tipos de plantações. As plantações florestais com espécies arbóreas nativas podem ter basicamente a finalidade de produção e/ou de proteção, sendo que em cada um dos casos a preocupação com a composição florística, a estrutura, a reprodução e a auto-regeneração da floresta deve mudar substancialmente. Se os objetivos forem a manutenção do potencial genético das espécies envolvidas e o equilíbrio do ecossistema, é necessária a compreensão da estrutura genética das populações e das interações complexas do ecossistema. Considerando que a sucessão secundária é um conceito básico para o sucesso das plantações mistas, dados experimentais são analisados no sentido de agrupar as espécies de diferentes estágios sucessionais para uso em reflorestamento. Exemplos de recomposição que obtiveram sucesso também são analisados, na tentativa de estabelecer e/ou sistematizar alguns critérios básicos que possam nortear a pesquisa de modelos de plantações de espécies arbóreas nativas.

INTRODUÇÃO

A silvicultura tropical constitui uma importante alternativa para o desmatamento, através de suas diferentes linhas de atuação: o manejo da regeneração natural, os plantios de enriquecimento e agrossilviculturais e as plantações homogêneas e heterogêneas de árvores. O presente trabalho se restringirá à discussão de aspectos relacionados às plantações, com ênfase nos sistemas mistos compostos por espécies arbóreas nativas.

No Brasil, a silvicultura evoluiu como uma atividade voltada grandemente para a produção de matéria prima para indústrias baseadas na utilização de madeiras e fibras. As plantações têm se restringido às espécies e procedências de árvores que melhor atendem às necessidades industriais e que melhor respondem, em termos de produtividade, às condições geradas pelo emprego de alta tecnologia Silvicultural.

Só recentemente o conceito de uso múltiplo das florestas plantadas ressurgiu como um objetivo básico, com propósitos recreacionais, de proteção do solo e dos recursos hídricos e de conservação genética animal e vegetal (KAGEYAMA & CASTRO, 1986). Na região Sudeste, os plantios propostos por Universidades como a ESALQ e a UNICAMP, pelos Institutos Florestais Estaduais, pelas Companhias de eletricidade como a CESP, COPEL, entre outros, são exemplos desta tendência.

O primeiro grande desafio para o estabelecimento com sucesso destas plantações é a definição de que espécies utilizar. Existem poucas informações silviculturais à respeito de árvores nativas e as espécies que conhecemos relativamente bem embora aptas para atender à produção industrial, geralmente não são as mais adequadas para objetivos como produção de pequena escala proteção ambiental.

Além de quais espécies utilizar, a definição de que sistema de plantio deve ser empregado também tem suscitado discussões. O sistema de plantações mistas compostas de árvores nativas parece ser o mais adequado para atender aos objetivos propostos, por manterem, embora parcialmente, os processos que caracterizam a eficiência de conservação ambiental dos sistemas florestais naturais. Apresenta, também, um maior amplitude de opções para o uso múltiplo da floresta.

Quantas espécies? Quantos indivíduos de cada espécie? Qual o melhor arranjo para distribuir as espécies nas plantações? Estes são exemplos de outras questões que ainda aguardam uma resposta adequada. Acreditamos que para respondê-las, muito pode ser inferido dos conhecimentos referentes à sucessão secundária, biologia da reprodução e estrutura genética, bem como dos escassos experimentos e plantios já realizados com espécies nativas. Embora a interpretação dos dados experimentais nos pareça problemática (poucas repetições, falta de homogeneidade experimental e inadequação da instalação e da apresentação dos dados), consideramos que algumas tendências podem ser destacadas. Desta forma, esperamos que este trabalho possa contribuir para que as plantações mistas com espécies nativas tenham maior previsibilidade e possibilidade de sucesso e que possam se constituir em uma alternativa de uso da terra, econômica e ecologicamente viável.

PLANTAÇÕES DE PRODUÇÃO E DE PROTEÇÃO

A - Plantações de Produção

A produção de madeira e produtos florestais através de plantações é feita em monoculturas em consórcios simples de espécies selecionadas, geralmente espécies intolerantes e de rápido crescimento inicial, características dos estágios iniciais de sucessão.

Segundo CARPANEZZI (1980), estas plantações "constituem ecossistemas extremamente simplificados, nos quais se procura manter um estado não equilibrado entre os seres vivos, mas sim favorável às espécies plantadas, previamente selecionadas para proporcionarem produtividade elevada. Todos os fatores de produção são dirigidos para as espécies plantadas ; a progressão para o estágio clímax é visualizada como competição por plantas indesejáveis e sistematicamente sustada".

Para as finalidades industriais, que requerem grandes quantidades de material lenhoso, de qualidade homogênea e baixo custo final, este método de sustação da sucessão se apresenta como o mais adequado. Contudo, para pequenas plantações, algumas considerações básicas devem ser feitas:

a) Interação Genótipo x Nível de Tecnologia

A seleção de espécies e procedências recomendadas para o plantio florestal deve considerar a totalidade do ambiente onde estes genótipos se desenvolverão. Além das condições edáficas e climáticas, devem ser considerados os diferentes níveis de tecnologia empregados como preparo do solo, fertilização, espaçamento e tratamentos silviculturais.

No Brasil, em função das grandes plantações com finalidades industriais, o melhoramento genético se restringiu às espécies e procedências que melhor respondem às condições geradas pelo emprego de alta tecnologia, possíveis pelo uso intensivo de capital. Por outro lado, as plantações florestais de produção de pequena escala e as de proteção estão geralmente associadas a níveis mais baixos de tecnologia silvicultural, caracterizada pela utilização intensiva de mão-de-obra.

Devido à interação genótipo-ambiente, as espécies, procedências ou progênies selecionadas em um determinado ambiente podem apresentar respostas contrastantes em ambientes diversos. Como afirma QUIJADA (1980), os resultados observados em um determinado ambiente não podem ser extrapolados para outros ambientes e, para obtenção de maior produtividade, torna-se necessário selecionar genótipos específicos a cada ambiente. Considerando que diferentes tecnologias causam mudanças ambientais importantes, a performance das espécies que respondam bem à alta tecnologia pode ser medíocre em ambientes de baixa fertilidade e/ou com baixo uso tecnológico. KAGEYAMA et alii (1987) apresentam vários dados que corroboram esta afirmativa.

Resultados preliminares de pesquisas (KAGEYAMA et alii, 1987) têm mostrado que a nível de progênies também existem variações genéticas nas populações, com conjuntos de progênies mais adequadas a cada nível de tecnologia silvicultural.

b) Eficiência na Utilização de Nutrientes

As espécies arbóreas diferem quanto à eficiência com que utilizam os nutrientes extraídos do solo. Por exemplo, dados de POGGIANI (1985), coletados em povoamentos de 11 anos de idade, mostram que **Eucalyptus saligna** produz 123 kg de biomassa seca por cada quilograma de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) retido na biomassa, enquanto **Pinus caribaea var. hondurensis** produz 252 kg de biomassa por quilo de macronutrientes retidos. A eficiência varia também a nível de espécies do mesmo gênero, procedências e

progênies, espaçamento e idades da plantação (SILVA, 1983; CASTRO, 1984 e POGGIANI, 1985). Este fato tem clara implicação com a exportação de nutrientes do solo via extração da biomassa e a conseqüente produtividade futura do "sítio" florestal.

Em situações de baixa fertilidade e/ou de baixo nível tecnológico, seria desejável utilizar espécies menos exigentes e com maior eficiência na utilização de nutrientes. Portanto, é importante que o critério de eficiência deva também ser utilizado na seleção de espécies entre e dentro de populações. Isto proporcionaria subsídios importantes para uma escolha mais adequada no sentido de uma maior produção de biomassa com uma menor utilização de nutrientes do sítio florestal.

c) Espécies Nativas e Exóticas

A questão do uso de espécies arbóreas nativas ou exóticas em plantações envolve algumas considerações a seguir discutidas. O fato de os **Eucalyptus** e os **Pinus**, os dois gêneros mais plantados em todo mundo, terem maior êxito como exóticas do que em suas regiões de origem parece estar associado a essa questão. A inviabilização de plantios puros de muitas espécies nativas, tais como guapuruvu (**Schizolobium parahyba**), cedro (**Cedrela fissilis**), bracatinga (**Mimosa scabrella**), seringueira (**Hevea brasiliensis**), dentre outras, parece confirmar esse fato em nossas condições.

Espécies arbóreas exóticas têm mostrado maior probabilidade de êxito em relação à resistência natural a insetos e microorganismos. A evolução conjunta das plantas e de seus predadores, na região de origem, poderia explicar a maior chance de que esses "inimigos" naturais passem de caráter endêmico a epidêmico em plantações artificiais. Segundo WRIGHT (1976), a maior resistência natural aos predadores das espécies de gêneros monotípicos reforçaria essa hipótese; as espécies, quando introduzidas fora de seu local de origem, se comportariam como tal.

Deve-se colocar, também, que as espécies nativas teriam maior probabilidade de êxito quanto mais semelhante das condições naturais for a plantação de suas espécies. A **Mimosa scabrella** (espécie pioneira do sul do Brasil) ocorre naturalmente com um número muito elevado de plântulas por hectare logo após distúrbio na área, e sua população de clima rapidamente para 650 árvores por hectare aos 13 anos de idade (FONSECA, 1981). O principal inimigo de plantações da espécie, com densidades tradicionais de 1500 a 2500 plantas por hectare, é o ataque intenso de um coleóptero (IEDE, 1981). Isso mostra que o manejo das plantações deve considerar a forma com que as espécies ocorrem naturalmente: as espécies podem ocorrer ou mais agrupadas ou mais dispersas na mata, com maior ou menor densidade de plantas em diferentes estágios de desenvolvimento.

B - Plantações de Proteção

O papel da floresta na produção dos recursos hídricos e edáficos, na recuperação de bacias degradadas e na estabilização de encostas serviu de justificativa fundamental para a elaboração, desde o século XVII, de um conjunto de leis visando a proteção e a recomposição das florestas nativas brasileiras, conforme se depreende de ANDRADA e SILVA (1925).

A escassez de água e a proteção das matas foram, no Brasil Colônia e no Império, dois problemas que andaram lado a lado. Por exemplo, a necessidade de água para a população carioca foi o fator decisivo para a desapropriação das terras das bacias

hidrográficas dos rios que abasteciam a cidade, com o objetivo de recompor a vegetação original devastada pelo extrativismo e pelas plantações de café. No final do Império, após 25 anos de plantio sistemático, havia 90.000 árvores plantadas, compostas de mais de uma centena de espécies nativas e exóticas (causadoras, na época, de grande polêmica). Com a República, estas plantações na Floresta da Tijuca foram suspensas. Hoje, a mata ocupa totalmente a área de 600 hectares, resultado da ação conjunta do reflorestamento e da regeneração natural. A plantação inicial, por si só insuficiente para o repovoamento, aliada à proteção da área, forneceu as condições adequadas ao estabelecimento das sementes provenientes das matas adjacentes e das ilhas de vegetação remanescentes (CENTRO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 1966).

Um processo semelhante ocorreu na recomposição de parte da mata do Parque Nacional de Itatiaia, com a plantação, em 1954, de espécies de rápido crescimento, caro a Bracatinga (**Mimosa scabrella**), promovendo a regeneração natural de espécies características dos estágios finais da sucessão (Wanderbilt Barros e Elio Gouveia - comunicação pessoal).

Um exemplo recente do papel do reflorestamento como estímulo à regeneração natural é dada pela plantação, realizada pela Cia. Acesita Florestal, de doze espécies nativas em uma área de 500 ha em Acesita, MG. Depois de 15 anos do plantio, o inventário efetuado por FREITAS (1977) indicou a presença de 122 espécies arbóreas, inclusive espécies características dos estágios finais da sucessão. Nestes casos, onde há fontes de sementes e dispersão adequada, o reflorestamento, além de seu caráter de enriquecimento, tem desempenhado a função de estimular e acelerar o processo de sucessão natural.

A concepção dos reflorestamentos mistos com espécies nativas envolve critérios de como associar as diferentes espécies a serem plantadas, hora pouco destes critérios tenha sido explicitamente apresentado, podemos destacar três critérios propostos no Estado de São Paulo: o que se baseia na aleatoriedade da distribuição das mudas das diferentes espécies no campo (NOGUEIRA, 1977 e BIELLA, 1981), o critério baseado na distribuição indicada por estudos fitossociológicos realizados em matas naturais adjacentes (JOLY, 1987) e o baseado na combinação de grupos de espécies característicos de diferentes estágios da sucessão secundária (KAGEYAMA et alii, 1986).

No sentido de fornecer subsídios para a questão de como associar as espécies envolvidas nas plantações mistas, serão colocados alguns conceitos e resultados experimentais que norteiam o critério baseado no processo de sucessão secundária

A SUCESSÃO SECUNDÁRIA E PLANTAÇÕES

A sucessão secundária é o mecanismo pelo qual as florestas tropicais se renovam, através da cicatrização de locais perturbados que ocorrem a cada momento em diferentes pontos da mata (GOMEZ-POMPA, 1971).

A morte natural ou acidental de uma ou mais árvores resulta em uma abertura no dossel da floresta, conhecida como clareira. As condições ambientais destas clareiras variam desde, próximas às existentes em floresta fechada às condições prevalentes em áreas abertas. A revisão de BAZZAZ & PICKETT (1980) indica que há um aumento na luz, temperatura do ar e do solo, na entrada por precipitação e na disponibilidade de nutrientes e um decréscimo na umidade relativa. Estas condições variam entre clareiras de diferentes tamanhos e formas e mesmo dentro das clareiras (OLDEMAN, 1978; HARTSHORN, 1978; ORIAN, 1982).

Estas clareiras são reocupadas por diferentes grupos ecológicos ("classes de tolerância") de espécies arbóreas adaptadas para regenerar em clareiras de diferentes tamanhos (WHITMORE, 1982). Generalizações úteis podem ser feitas separando as espécies baseando na sua resposta a clareiras. Dependendo do critério utilizado, estes grupos são classificados de diferentes maneiras. A dicotomia entre espécies pioneiras (intolerantes) e espécies climaxes (tolerantes) é comum na literatura. DENSLOW (1980) reconhece três grupos básicos: espécies de clareira grande, de clareira pequena e de sub-bosque. As especialistas de clareira grande (pioneiras, intolerantes) apresentam sementes que germinam apenas sob condições de alta temperatura e/ou luminosidade e com plântulas intolerantes à sombra, mesmo à sua própria. Dependem, para a sua perpetuação, da colonização constante de novas grandes áreas, apresentando em clareiras maiores que 1000 m² (WHITMORE, 1982, 1983) maior vantagem competitiva, devido principalmente a características como longevidade, dormência e dispersibilidade da semente e rápido crescimento inicial. As espécies dos dois outros grupos podem germinar e estabelecer suas plântulas na sombra. As especialistas de clareira pequena, contudo, necessitam da presença de clareiras para crescer até o dossel. Suas plântulas apresentam a habilidade de sobreviver na sombra, formando um banco de plântulas persistentes que esperam a abertura do dossel para crescer. As espécies do outro grupo (sub-bosque) aparentemente não necessitam de clareiras nem para germinar nem para a maturação reprodutiva.

As espécies da floresta tropical, contudo, não se dividem tão conspicuamente em relação às suas necessidades de luz para o seu estabelecimento. WHITMORE (1975), por exemplo, identifica quatro grupos, reconhecendo porém que cada espécie é única nas suas características adaptativas. Além dos já citados, o autor identifica o grupo das espécies que se desenvolveu sob a floresta fechada, mas que beneficiam com a presença de clareiras. GOMEZ-POMPA & VASQUEZ-YANES (1981) citam o caso de **Poulsenia armata**, espécie da floresta primária, que tem a sua velocidade de crescimento aumentada pela maior luminosidade. BUDOWSKI (1965, 1970) apresenta 21 características da floresta tropical que se modificam através dos estágios serais. Considerando características como a taxa de incremento diamétrico, mecanismos de dispersão, tamanho de sementes e dureza da madeira, este autor identifica quatro grupos de espécies: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climaxes.

A principal característica de cada grupo, comum às diversas classificações, é a quantidade de luz requerida na fase de regeneração. Contudo, é importante salientar que as espécies apresentam uma ampla variedade de respostas (GOMEZ-POMPA, 1971), devendo haver um continuum de adaptações à luz, nos diferentes estágios de desenvolvimento. Como afirma BAZZAZ & PICKETT (1980), as diferenças entre espécies adaptadas ao sol ou à sombra não são claras em florestas tropicais; um indivíduo pode germinar em um ambiente mas desenvolver-se em outro, ou mesmo em uma série de ambientes contrastantes e que se alternam, antes de atingir o dossel.

A maior parte dos problemas da silvicultura tropical são na realidade problemas de como entender e manejar a vegetação sucessional. Acreditamos que o estudo das variações das síndromes adaptativas das espécies envolvidas fornecerá subsídios básicos para o entendimento da dinâmica da floresta tropical e para o manejo da regeneração natural. No caso de plantações, o comportamento das espécies depois do estágio de plântulas deve ser o enfoque principal, pois é neste estágio que as árvores são plantadas. É por esses motivos que há muito tempo os engenheiros florestais procuram conhecer à respeito dos comportamentos contrastantes das árvores (WHITMORE, 1982). Em 1852, por exemplo,

Heyer (citado por DANIEL et alii, 1982) já descrevia as árvores européias de acordo com a necessidade de iluminação e sua capacidade de suportar a sombra. Tolerância é o termo da engenharia florestal que expressa a capacidade relativa de uma árvore para competir sob condições de iluminação escassa e elevada competição radicular. É um termo ainda bastante controverso, porém é consenso (SPURR & BARNES, 1973 e DANIEL et alii, 1982) que a tolerância não pode ser definida como resultado de um único fator, como a radiação solar, e sim como a relativa capacidade genética e fisiológica da planta para se desenvolver em um ambiente determinado, juntamente com a capacidade de resistir uma iluminação de baixa intensidade, considerada como a característica mais importante. Em geral, as espécies dos estágios iniciais da sucessão têm seus pontos de compensação (fotossíntese líquida = 0) e de saturação (a partir do qual o aumento da intensidade da luz não aumenta a fotossíntese líquida) mais altos que os das árvores mais tolerantes. **Cecropia**, uma pioneira neotropical satura a uma intensidade de luz duas vezes maior que **Goethesia** (espécie do dossel) e quatro vezes maior que **Croton** e **Protium**, espécies do sub-bosque (BAZZAZ & PICKETT, 1980).

Consideramos que os conceitos relativos à tolerância e à sucessão são básicos, tanto para as atividades de manejo quanto para as de reflorestamento. A compreensão das diferentes respostas das árvores ao ambiente constitui a base para a seleção de genótipos particulares e para o estabelecimento de ambientes adequados para o desenvolvimento destes genótipos. Para as finalidades em que os plantios mistos são a melhor opção, é necessário delinear sistemas em que as árvores de diferentes classes de tolerância tenham oportunidades iguais, cada um em seu nicho apropriado, resultado em uma melhor utilização do ambiente acima e abaixo do solo. Para nós, portanto, o reflorestamento misto deve ser composto por espécies de diferentes estágios de sucessão, assemelhando-se à floresta natural, que é composta de um mosaico de estágios sucessionais. Contrariamente às florestas de produção, que se caracterizam pela manutenção dos estágios iniciais da sucessão, a floresta heterogênea deve se caracterizar pela condução da sucessão, o que favorece tanto o rápido recobrimento quanto a sua auto-renovação e permanência, aspectos adequados para as florestas com objetivos protetivos. Em 1952, VENTURA já afirmava que há casos em que "teríamos que utilizar espécies dos agrupamentos menos exigentes, e faríamos o que chamamos um reflorestamento pioneiro, que iria proporcionar condições ecológicas necessárias para o reflorestamento sucessor".

No sentido de caracterizar estes grupos ecológicos, estamos estudando as espécies que ocorrem nas matas de planalto de São Paulo, principalmente no tocante às diferentes estratégias reprodutivas (RAMIREZ-CASTILLO, 1986; CATHARINO et alii 1982; CRESTANA et alii, 1983; BRITO, 1987).

EXPERIMENTAÇÃO COM PLANTAÇÕES MISTAS DE ESPÉCIES NATIVAS

A pesquisa com a implantação de plantações mistas de espécies nativas vem sendo conduzida de longa data em nossas condições, porém a maioria não procurando entender o papel das espécies quanto à sua função na floresta, no máximo separando-as em tolerantes (umbrófilas) e intolerantes (heliófilas). Mesmo assim, as tolerantes têm normalmente sido experimentadas em plantios puros a pleno sol.

A sucessão secundária parece ser um conceito que poderia ser o pano de fundo para melhor separar as espécies em grupos com características similares, principalmente quanto

à exigência ou não de clareiras pequenas ou grandes em diferentes estágios de desenvolvimento das plantas, para seu uso em plantios mistos.

O problema a ser focado seria, portanto, como esses diferentes grupos de espécies podem ser identificados quanto ao seu uso em plantações mistas ou, como os diferentes comportamentos das plantas podem ser preditos quando diferentes espécies são colocadas lado a lado nas plantações. A análise dos experimentos com espécies nativas, principalmente do Estado de São Paulo, visarà à separação de diferentes tendências de comportamento das plantas e possíveis modelos que possam surgir para uso em plantações mistas.

a) Experimentos de Espaçamento

Os resultados experimentais de espaçamento com espécies nativas parecem mostrar uma tendência interessante de respostas das espécies Em crescimento quando Em diferentes áreas por planta, o que poderia ser interpretado como efeito de diferentes quantidades de luz , somente isolando o maior efeito do maior do menor espaçamento.

KAGEYAMA et alii (1986) detectaram cinco diferentes tendências de respostas ao aumento do espaçamento por diferentes grupos de espécies arbóreas nativas; desde a resposta positiva em crescimento com o aumento do espaçamento até uma resposta negativa, tanto em altura como em diâmetro das árvores. O estímulo ao crescimento com maior espaçamento (luminosidade) indicaria maior proximidade com a fase inicial de sucessão; a diminuição do crescimento com o aumento do espaçamento, por outro lado, seria indicativo de proximidade com a fase final de sucessão. Como ilustração, são apresentados exemplos dos dois casos extremos na Tabela 1.

TABELA 1 - Resposta Diferencial no Crescimento de Coração de Negro e Cabreúva com o Aumento do Espaçamento de Plantio, Em Bauru - SP.

Espaçamentos m ² /planta	Coração de Negro*		Cabreúva*	
	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)
1,00	8,23	5,51	7,56	7,42
2,00	8,81	6,84	7,50	6,49
4,00	10,04	8,76	7,53	6,23
6,00	10,85	10,12	6,87	5,27
9,00	10,64	11,10	5,48	3,78

*Coração de Negro – *Pocilanthe parviflora*; Idade: 13 anos.
(NOGUEIRA & SIQUEIRA, 1977)

*Cabreúva - *Miroxylum peruiferum*; Idade: 14 anos.
(NOGUEIRA et alii, 1982)

Deve-se acrescentar que as espécies que respondem negativamente ao aumento do espaçamento têm uma tendência de maior engalhamento do fuste nos espaçamentos maiores, o que não ocorre com as que respondem favoravelmente ao espaçamento. A questão fundamental é se as espécies que reagem favoravelmente à diminuição do espaçamento necessitam crescer em competição para atingir o dossel da floresta. A

experimentação com **Paratecoma peroba** em Acesita (Alair Freitas - comunicação pessoal 1977) mostra que esta espécie apresenta um tronco longo e livre de galhos quando em plantio consorciado com uma espécie de mais rápido crescimento (**Eucalyptus paniculata**), ao contrário do plantio puro da espécie que mostra um tronco curto e muito engalhado. Deve-se esclarecer que na nata a peroba tem um tronco semelhante ao do primeiro caso (consorciado).

Dessa forma, pode-se perceber que o efeito do aumento da luminosidade no crescimento e na forma do tronco das árvores pode ser uma indicação para a separação de grupos de espécies com comportamento similar, o que deve orientar a pesquisa visando a mistura de espécies em plantações, dando a cada uma as condições adequadas para o seu pleno desenvolvimento.

b) Experimentos com Plantios Puros

As espécies arbóreas nativas vêm sendo experimentadas de longa data, geralmente provando-as em plantio puro, à maneira dos **Eucalyptus** e **Pinus**. O que geralmente se buscou foi a capacidade de crescimento a pleno sol, sem procurar atender as exigências de cada grupo de espécies.

A análise dos plantios puros de espécies nativas, principalmente das florestas do Estado de São Paulo, também poderia auxiliar na separação dos grupos de espécies quanto ao seu comportamento em plantações. A experimentação em Santa Rita do Passa Quatro - SP (GURGEL FILHO et alii, 1982) cujos resultados são apresentados na Tabela 2, será base para essa discussão.

TABELA 2 - Incremento Periódico no Crescimento em Altura (metros) de Espécies Arbóreas Nativas em Plantio Puro, em Santa Rita do Passa Quatro – SP

Espécies*	Período de Crescimento (anos)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-24
a) Ibirá-Puitá	8,5	3,7	2,9	2,1	2,7
b) Araribá Amarelo	7,0	5,1	5,6	3,8	1,5
c) Pau Ferro	5,3	2,9	5,0	2,7	2,3
d) Pau Marfim	5,1	4,2	5,2	3,8	2,9
e) Pau Pereira	4,5	2,2	2,9	2,2	2,6
f) Jatobá	2,1	2,7	4,3	2,3	2,4
g) Guarantã	2,0	2,4	3,8	3,2	-
h) Peroba Rosa	1,9	3,0	2,0	1,3	-

*a) **Peltophorum vogelianum**; b) **Centrolobium tomentosum**; c) **Caesalpineia leiostachya**; d) **Balfourondendron riedelianum**; e) **Platycyamus regnellii**; f) **Hymaenaea stilbocarpa**; g) **Esenbeckia leiocarpa**; h) **Aspidosperma polyneuron**.

As espécies de crescimento inicial muito rápido, e que têm características de estágios iniciais de sucessão, mostraram um declínio vertiginoso no seu crescimento em idades mais avançadas, no caso acima de 15 anos. Ao contrário, as espécies identificadas com estágios avançados da sucessão e crescimento inicial lento, revelam a manutenção ou

mesmo um aumento no ritmo de crescimento com o avanço da idade. Isso poderia sugerir que a plena luz seria não favorável às espécies clímaxes somente nos estágios iniciais de desenvolvimento, apresentando as mesmas um tronco curto e engalhado, o que se modificaria em idades mais avançadas, já que mesma essas espécies têm sua copa exposta à luz quando atingem o dossel.

O que fica patente é que somente o crescimento inicial não caracteriza o potencial da espécie para plantações, principalmente quando se pensa em florestas de proteção, já que tanto as espécies de fase inicial como de final da sucessão podem estar com suas copas no dossel numa escala de tempo mais longa.

Como ter os diferentes grupos de espécies juntos numa plantação mista, adequando os espaços às exigências de cada um deles nos diferentes períodos de formação da floresta é o ponto central que deve ser focado. A discussão de plantios de espécies arbóreas sob saneamento deve avançar com a questão.

c) Experimentos sob Sombreamento

Os plantios experimentais de espécies arbóreas nativas sob sombreamento podem ser reunidos basicamente em duas formas: (1) em consorciação, onde um tipo de espécies sombreia um outro, e (2) sob uma, onde o sombreamento é dado pela vegetação anterior. Os plantios mistos de espécies arbóreas requerem essas informações.

(1) Consorciação de espécies arbóreas nativas

A consorciação de espécies pode ser pelo uso de duas espécies onde uma sombreia a outra, ou pela mistura de diversas espécies onde diferentes grupos de espécies desempenham diferentes papéis de sombreadoras ou sombreadas.

A análise dos plantios experimentais com mistura de muitas espécies arbóreas nativas, tais como os relatados por NOGUEIRA (1977) e MARIANO et alii (1982), apesar de mostrar ser possível a implantação de povoamentos heterogêneos de espécies nativas, não permitam inferências seguras sobre como juntar as espécies em plantações mistas. Essas experimentações, assim como outras não publicadas, procuraram colocar as espécies casualizadamente no campo, sem a preocupação de combinar espécies segundo suas exigências ecológicas, o que dificulta generalizações sobre grupos de espécies com comportamentos comuns. Os resultados mostraram-se favoráveis após 20 e 26 anos, respectivamente, para os 2 autores citados, provavelmente muito mais pelo sucesso de certas combinações favoráveis do que pelos muitos casos que não obtiveram êxito.

Por outro lado, os experimentos com plantios consorciados de pares de espécies, associando-se uma espécie sombreadora e outra sombreada, podem fornecer resultados mais extrapoláveis, já que permite a análise de uma combinação específica de duas espécies, ou o isolamento de alguns fatores.

No entanto, em somente um caso dos muito relatados na literatura houve a preocupação de se colocar, como testemunha, a espécie sombreada também em plantio puro, conforme apresentado na Tabela 3.

TABELA 3 - Consorciação de Peroba com Eucalipto na Região de Acesita – MG.

Espécies*	Espaçamento (m)	Idade	Altura (m)	DAP (cm)
Peroba	4x3	19	7,7	13,6
Peroba x	2x3	19	14,5	12,0
Eucalipto	2x3	19	23,3	17,1

*Peroba – **Paratecoma peroba**; Eucalipto - **Eucalyptus paniculata**.

O crescimento da peroba, quando em consorciação com o eucalipto, ficou profundamente alterado quando em comparação com o plantio puro da espécie. Segundo o autor, o crescimento em altura da peroba em consorciação ficou muito estimulado, além de seu tronco ter se tornado livre de galhos até a copa; em contrapartida, no plantio puro o tronco da peroba se mostrava curto e muito engalhado. Como na mata a peroba possui um longo fuste que suporta uma pequena copa, a mudança de ritmo e hábito de crescimento da espécie parece estar associada à forma cano os indivíduos crescem na mata, se em pleno sol aberto ou se associados a outras espécies.

A peroba, uma espécie com características típicas de secundária tardia (conforme definição de BUDOWSKI, 1965), parece necessitar de uma espécie "estimuladora" como vizinha para ter seu crescimento e tronco favoráveis. Se esse comportamento pode ser extrapolado para outras espécies secundárias tardias, só a continuidade da pesquisa poderá mostrar.

Se esses pontos colocados até então podem ser generalizados, para fins de utilização em plantios mistos, poderiam então ser caracterizados três grupos de espécies distintas, e que poderiam ser associados com diferentes estágios da sucessão. Os de início da sucessão (pioneiras), que teriam o papel de recobrir rapidamente o solo; as finais da sucessão (clímaxes), que cresceriam à sombra das pioneiras; e as intermediárias (secundárias tardias) que necessitariam de um estímulo ao crescimento, ou de um tutoramento.

(2) Plantio de espécies arbóreas nativas sob a mata

O plantio experimental de diversas espécies arbóreas da floresta do Estado de São Paulo, sob a sombra de povoamento de **Pinus elliottii** (após vários desbastes), aponta também na direção de diferenciar o comportamento de grupos de espécies (TOLEDO FILHO & PARENTE, 1982) (Tabela 4).

TABELA 4 - Crescimento de espécies nativas do Estado de São Paulo sob a sombra de povoamentos de Pinus; aos 8 anos de idade.

Espécies	Altura (m)	DAP (cm)
Guarantã (<i>Esenbeckia leiocarpa</i>)	4,70	3,40
Tamboril (<i>Enterolobium contortisiliquum</i>)	4,39	5,66
Jequitibá (<i>Cariniana estrellensis</i>)	3,84	2,83
Cambarú (<i>Dipterix alata</i>)	3,74	3,11
Bico de Pato (<i>Machaerium nictitans</i>)	3,67	2,81
Jacarandá Paulista (<i>Machaerium villosum</i>)	2,97	2,52
Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>)	2,51	2,39
Ipê-Roxo (<i>Tabebuia impetiginosa</i>)	2,44	1,67
Cabreúva (<i>Myroxylon peruiferum</i>)	2,31	1,53

As duas espécies com características de clímaxes (conforme definição de BUDOWSKI, 1965), o guarantã e o tamboril, foram as que se destacaram em crescimento nessas condições de pouca luminosidade, como era de se esperar. Deve-se ressaltar que espécies de crescimento sabidamente satisfatórias quando a pleno sol, tais como o jequitibá, o cumbaru e o cedro, apresentaram um crescimento inferior ao do guarantã e tamboril quando sob a sombra dos pinheiros.

Quando em plantios mistos, parece então claro que as espécies de fase final de sucessão (clímaxes) devam (ou podem) ser plantadas à sombra de outras, pelo menos na fase inicial do seu desenvolvimento. A espécie sombreadora poderia ser uma pioneira que, com seu ciclo de vida curto, iria abrindo espaço gradativo com a morte de suas plantas para a ocupação do espaço pelas clímax, ou ainda uma secundária inicial (segundo definição de BUDOSKI, 1965).

Em plantios com possibilidades de desbastes seletivos, corrigindo-se necessidades de espaços com a retirada de árvores, essa acomodação das diferentes espécies em mistura se tornaria mais fácil. Como as espécies arbóreas têm ritmos de crescimento e necessidades ecológicas diferentes nos diversos estágios de desenvolvimento, o conhecimento da autoecologia das espécies deve ser muito importante para se levar avante a tarefa de implantar florestas mistas.

Embora ainda falte muita informação básica, a experimentação com plantios mistos deve se basear em modelos empíricos, baseados em conceitos teóricos gerais, para que todas as questões que vêm sendo levantadas possam ser melhor entendidas.

PLANTAÇÕES DE ESPÉCIES ARBÓREAS E A MANUTENÇÃO DA ESTRUTURA GENÉTICA DAS POPULAÇÕES

Numa floresta de produção, a preocupação com a estrutura genética das espécies é somente no sentido de sua manipulação genética, visando à manutenção da integridade da população compatível com o sistema reprodutivo da espécie, e a produção de sementes melhoradas geração após geração.

Assim, os cuidados com a estrutura genética das espécies nessas plantações seriam o de garantir a utilização adequada de todo o potencial de variabilidade natural, na escolha das melhores espécies, populações e indivíduos na produção de sementes para implantação das florestas. Outro cuidado adicional seria o de não restrição da base genética da

população em manipulação, para não provocar riscos decorrentes de endogamia nas gerações subseqüentes.

Por outro lado, na floresta de conservação, o objetivo seria o de manter toda a variabilidade genética das espécies, tanto entre como dentro das populações, para que haja a possibilidade de continuidade da evolução (FRAKEL & SOULE , 1981).

A possibilidade de manutenção, em florestas plantadas, de amostras representativas da variabilidade das populações de grande número de espécies, e com a perspectiva de sua auto-renovação permanente, seria uma perspectiva extremamente excitante para a conservação genética. Esse sentido as plantações estas teriam também o caráter de conservação genética, principalmente para algumas espécies da floresta tropical, cuja conservação praticamente só é possível na forma "in situ", tais como as espécies clímaxes e as com sementes recalcitrantes (FAO, 1984).

A complexidade dos ecos sistemas florestais tropicais, com a predominância de uma alta diversidade de espécies, diferentes padrões de distribuição dos indivíduos na mata e uma normal alta freqüência de espécies endêmicas, parece ser um modelo não reproduzível em plantações. A questão que se coloca é se existiriam fenômenos mais essenciais que poderiam ser mantidos nas plantações.

Segundo WHITMORE (1982), a floresta consiste de um mosaico de fases estruturais que estão sempre se alterando conforme uma fase muda para a seguinte, sendo que sua composição florística depende da freqüência e tamanho de clareiras. Essa interpretação mostra que a alta diversidade de espécies seria função muito mais da diversidade entre clareiras do que dentro de clareiras, principalmente se a predominância na área foi de pequenas clareiras na história de sua formação.

Dessa forma, a diversidade nas plantações poderia ser alcançada através da utilização de módulos que simulassem clareiras grandes, de 1000 m², tamanho este em que, segundo WHITMORE (1982), as pioneiras mais comumente ocorrem na floresta natural. Como exemplo hipotético, com N₁ indivíduos para 10 espécies de diferentes grupos ecológicos em cada módulo, teremos um total de 100 espécies diferentes por hectare, sem se considerar a repetição das espécies nos diferentes módulos. Como as espécies têm diferentes formas de ocorrência na mata, desde agregadas até muito dispersas, essa condição só poderá ser compatibilizada pela repetição dos indivíduos, tanto entre como dentro de módulos. Deve-se enfatizar que a definição da distância entre indivíduos na plantação visaria a efetividade de sua polinização, conforme será discutido mais adiante. Esquema de módulos em plantações mistas vem sendo usado na floresta de proteção do reservatório de abastecimento de água do município de Iracemápolis – SP (Ricardo Rodrigues - comunicação pessoal, 1987).

Por outro lado, se o objetivo é o de manter a estrutura genética das espécies que se quer utilizar nas plantações mistas, deve-se entender quais as principais causas dessa estrutura e, principalmente, se pode estabelecer padrões para as variações genéticas entre e dentro de populações dessas espécies, para sua manutenção nas plantações.

Analisando uma série muito grande de estudos de estrutura genética de populações, naturais, HAMRICK (1983) obteve conclusões muito elucidativas para interpretar as variações genéticas nas espécies .O autor, associando o tipo de polinização das espécies com a sua estrutura genética, mostrou que as espécies autógamas apresentavam um padrão de estrutura genética inverso ao das plantas alógamas com dispersão de pólen pelo vento, com as plantas alógamas polinizadas por animais mostrando um padrão intermediário entre

as duas. Esse aspecto foi associado à distância de fluxo gênico nas populações através do pólen.

Como as espécies arbóreas tropicais são, na sua grande maioria, alógamas polinizadas por animais (BAWA, 1974; BULLOCK, 1985; BAWA et alii, 1985), os diferentes padrões de distância de vôo dos polinizadores devem estar associados com diferentes padrões de variação genética nas suas populações. KAGEYAMA (1987) sugere, a partir disso, que a estrutura genética das espécies arbóreas tropicais poderia variar, de acordo com um gradiente, desde padrões próximos a espécies autógamas, para espécies com polinizadores de curta distância de vôo, até padrões próximos a espécies alógamas com dispersão pelo vento, para aquelas com polinizadores de longa distância de vôo.

Apresentando resultados de estudos com algumas espécies arbóreas da floresta do Estado de São Paulo, KAGEYAMA (1987) levanta a hipótese de que o tipo de distribuição espacial dos indivíduos de uma espécie seria o resultante e visaria a atender a especificidade do tipo de polinização e dispersão de sementes da espécie. Dessa forma, poderia haver uma gradação nas espécies arbóreas, desde as com distribuição tipicamente agregada e vôos curtos de pólen e sementes até aquelas com distribuição muito dispersa e amplo vôo de pólen e sementes, com implicações na sua estrutura genética.

Essa hipótese tem direcionado as nossas pesquisas no sentido de estudar associadamente a biologia reprodutiva com a estrutura genética das espécies. Essas informações deverão orientar a amostragem de sementes para uso em plantações, visando a manutenção da variabilidade genética nas populações das diferentes espécies. KAGEYAMA (1987), em análise dos ensaios de progênies instalados com espécies nativas, relata que, muito embora haja um comportamento diferenciado entre elas, só com o conhecimento adequado da biologia das espécies e da metodologia de amostragem utilizada, poderão ser feitas maiores inferências sobre os padrões de variação genética das mesmas.

Ainda com relação aos ensaios genéticos de campo, deve-se colocar que os parâmetros de variação genética só terão validade se forem obtidos em condições similares às da floresta natural. Nesse sentido, ensaios de progênies de uma espécie pioneira (**Cecropia cinerea**) e de uma espécie clímax (**Esenbeckia leiocarpa**) foram implantados com as parcelas lineares das progênies de urna cruzando as parcelas lineares das progênies da outra, e as plantas da primeira sombreando as da segunda. Se essa é a forma com que ocorrem as clímaxes, somente dessa maneira se poderão tomar inferências genéticas sem viés.

NOTA: Trabalho apresentado no SIMPÓSIO INTERNACIONAL "ALTERNATIVAS PARA O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA". Belém - PA. 27-30 de Janeiro de 1988.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADA E SILVA, J.B. **Memória sobre a necessidade e utilidade do plantio de novos bosques**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1925. 116p.

BAWA, K.S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution**, 28: 85-92, 1974.

- BAWA, K.S. et alii: Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees: 1 - sexual systems and incompatibility mechanisms. **American journal of botany**, 72(3): 331-45, 1985.
- BAZZAZ, F.A. & PICKETT, S.T.A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual review of ecology and systematics**, 11: 287-310, 1980.
- BIELLA, L.C. **Reflorestamento misto com essências nativas na UHE de Paraibuna**. São Paulo, CESP, 1981. 14p.
- BUDOWSKI, A. The distribution between old secondary and climax species in tropical Central American: lowland forests. **Tropical ecology**, 11: 44-8, 1970.
- BUDOWSKI, A. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional progresses. **Turrialba**, Turrialba, 15: 40-2, 1965.
- BULLOK, S.H. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forests in Mexico. **Biotropica**, Lawrence, 17(4): 287-301, 1985.
- CARPANEZZI, A.A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta nativa e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1980. 79p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- CASTRO, C.F.A. **Distribuição da fitomassa acima do solo e nutrientes em talhões de Pinus oocarpa Schiede plantados no Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1984. 63p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- CATHARINO, E.L.M. et alii. Biologia floral de bracatinga (**Mimosa scabrella**). **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo 16(1): 525-31, 1982.
- CENTRO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Floresta da Tijuca**. Rio de Janeiro, 1966. 152p.
- COSTA, R.B. **Sistema reprodutivo de três espécies de cerrado da região de Itirapina, SP**. Piracicaba, 1987. 108p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- CRESTANA, C.S.M. et alii. Biologia floral do guarantã (**Esenbeckia leiocarpa** Engl.). **Silvicultura**, São Paulo, 8(28): 35-8, 1983.
- DANIEL, P.W. et alii. **Principios de silvicultura**, 2.ed. México, McGraw-Hill, 1982. 492p.
- DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. **Biotropica**, Lawrence, 12: 47-55, 1980.
- FAO. **Conservación in situ de los recursos fitogenéticos: bases científicas y técnicas**. Roma, 1984. 47p.

- FONSECA, S.M. **Variações fenotípicas e genéticas em bracatinga (Mimosa scabrella Benth)**. Piracicaba, 1981. 86p. (Tese-Mestrado-ESALQ)
- FRANKEL, O.H. & SOULÉ, M.E. **Conservation and evolution**. Cambridge, Cambridge University Press, 1981. 327p.
- GÓMEZ-POMPA, A. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. **Biotropica**, Lawrence, 3: 125-35, 1971.
- GÓMEZ-POMPA, A. & VASQUEZ-YANES, C. Successional studies of a rain forest in Mexico. In: WEST, D.C. et alii - **Forest succession: concepts and application**. New York, Springer-Verlag, 1981. p.246-66.
- GURGEL FILHO, D.A. et alii. Silvicultura de essências indígenas sob povoamentos homóclitos coetâneos experimentais. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, 16A(2): 841-83, 1982.
- HAMRICK, J.L. The distribution of genetic variation within and among natural forest population. In: SCHONEWALD-COX, C.M. et alii. **Genetic and conservation**. New York, The Benjamin / Cummings, 1983. p.335-48.
- HARTSHORN, G.S. Tree falls and tropical forest dynamics. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN – **Tropical trees as living systems**. Cambridge, Cambridge University Press, 1978. p.617-38.
- IEDE, E.T. Alguns aspectos sobre espécies de insetos que ocorrem na bracatinga (**Mimosa scabrella Benth**). **Documentos. EMBRAPA/URPFCS**, Curitiba (5): 91-102, 1981.
- JOLY, C.A. **Projeto de recomposição da mata ciliar do Rio Jacaré - Pepira-Mirim no município de Brotas, SP**. São Paulo, 1987. (não publicado).
- KAGEYAMA, P.Y. Genetic structure of tropical tree species of Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON REPRODUCTIVE ECOLOGY OF TROPICAL FOREST PLANTS, Bangi, 1987. **Proceedings**.
- KAGEYAMA, P.Y. & CASTRO, C.F.A. Conservação genética "in situ" e uso múltiplo da floresta. **Silvicultura**, São Paulo, 11(41): 77-80, 1986.
- KAGEYAMA, P.Y. et alii. **Crítérios de escolha de espécies para utilização em áreas de reflorestamento**. Brasília, IBDF, 1987. 18p.
- KAGEYAMA, P.Y. et alii. Estudo do mecanismo de reprodução das espécies da mata natural. In: DAEE/USP-ESALQ/FEALQ. **Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na Bacia Hidrográfica do Passa Cinco, visando a utilização para abastecimento público: relatório de pesquisa**. Piracicaba, 1986. 235p.

- MARIANO, G. et alii. Reconstituição de florestas de essências indígenas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, 16A(3): 1086-91, 1982.
- NOGUEIRA, J.C.B. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. **Boletim Técnico. Instituto Florestal**, São Paulo (24): 1-17, 1977.
- NOGUEIRA, J.C.B. & SIQUEIRA, A.C.M.F. Plantio do coração de negro (**Poecilanthe parviflora**) em diferentes espaçamentos. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, 11/12: 93-6, 1977.
- NOGUEIRA, J.C.B. et alii. Ensaio de competição de algumas essências nativas em diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, 16A(3): 1051-63, 1982.
- OLDEMAN, R.A.A. Architecture and energy exchange of dycotiledoneous trees in the forest. In: TOMLINSON, R.B. & ZIMMERMANN, M.H. – **Tropical trees as living systems**. Cambridge, Cambridge University Press, 1978. p.535-60.
- ORIAN, C.H. The influence of tree-falls in tropical forests in tree species richness. **Tropical ecology**, 23: 255-78, 1982.
- POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de Eucalyptus e Pinus**: implicações silviculturais. Piracicaba, 1985. 229p. (Tese-Livre-Docência-ESALQ).
- QUIJADA, R.M. Interacción genotipo-ambiente. In: FAO/DANIDA – **Mejora genética de árboles forestales**. Merida, 1980. p.231-5.
- RAMIREZ CASTILLO, C.A. **Dispersão anemocórica de sementes de paineira (Chorisia speciosa) na região de Bauru, SP**. Piracicaba, 1986. 85p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- SILVA, H.D. da **Biomassa e aspectos nutricionais de cinco espécies do gênero Eucalyptus plantadas em solo de baixa fertilidade**. Piracicaba, 1983. 85p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- SPURR, S.H. & BARNES, B.V. **Forest ecology**. New York, Academic Press, 1973. 571p.
- TOLEDO FILHO, D.V. & PARENTE, P.R. Essências indígenas sombreadas. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, 16A(2): 948-58, 1982.
- VENTURA, A. Contribuição ao estudo do reflorestamento no Estado de São Paulo. **Boletim do Serviço Florestal do Estado**, São Paulo (24): 1-5, 1952.
- WHITMORE, T.C. On pattern and process in forests. In: NEWMAN, E.I. – **The plant community as a working mechanism**. Oxford, Blackwell, 1982. p.45-59.

WHITMORE, T.C. Secondary succession from seed in tropical rain forests. Apud. **Forestry abstracts**, Oxford, 44(12): 767-79, 1983.

WHITMORE, T.C. **Tropical rain forests of the far East**. Oxford, Clarendon Press, 1975. 282p.

WRIGHT, J.W. **Introduction to forests genetics**. New York, Academic Press, 1976. 463p.