

GENÉTICA E MELHORAMENTO DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS NATIVAS: ASPECTOS CONCEITUAIS E PRÁTICOS

Milton KANASHIRO¹

RESUMO

Este trabalho discute aspectos conceituais importantes em um programa de domesticação de espécies florestais. Considerando que todo o trabalho de melhoramento se baseia na variabilidade genética e que os resultados finais são função da manipulação efetiva desta variabilidade, os pontos básicos discutidos são: a) biologia reprodutiva e estrutura genética; b) tamanho efetivo de populações (N_e), e c) variação genética entre e dentro de populações. Do ponto de vista da execução de um programa de melhoramento, é ressaltada a importância das seguintes fases: a) ensaios comparativos de espécies; b) ensaios de procedências e progênies, e c) propagação vegetativa e produção de sementes. Devido à falta de informações básicas de biologia reprodutiva e estrutura genética das espécies nativas, associada às baixas densidades populacionais das espécies tropicais, a obtenção de material reprodutivo adequado para a instalação dos ensaios é muito frequentemente, um trabalho árduo e de alto custo. Não obstante, o assunto é discutido para espécies florestais nativas em geral, os exemplos apresentados são de espécies amazônicas devido ao trabalho que vem sendo desenvolvido pelo autor.

Palavras-chave: Estrutura genética, biologia reprodutiva, *Bertholletia excelsa*, *Didymopanax morototoni*, *Cordia goeldiana*.

1 INTRODUÇÃO

A silvicultura de plantações no Brasil teve seu primórdio no início do século, exclusivamente com eucalipto, que foi introduzido no estado de São Paulo naquele período por Navarro de Andrade. No entanto, seu impulso ocorreu durante a segunda guerra mundial, sendo posteriormente incluído o pinus (REIMANN 1964). Estes dois gêneros são os grandes responsáveis na produção florestal brasileira oriunda de plantações.

A não utilização de espécies autóctones, pode estar relacionada ao crescimento menos expressivo das mesmas quando comparadas às espécies de pinus e eucaliptos, e ao produto final desejado (celulose ou madeira de serraria). Contudo, a necessidade de reposição das espécies nativas é reconhecida há muito

ABSTRACT

This paper deals with conceptual aspects of a tree domestication program. Considering that all improvement programs are based on genetic variability, and that the final results are dependent on the effective manipulation of that variability, the basic points discussed are: a) reproductive biology and genetic structure; b) the effective population size (N_e), and c) variation within and between populations. From a practical point of view, the important phases commented on are: a) species trials; b) provenance and progeny tests, and c) vegetative propagation and seed production. Due to lack of basic information on reproductive biology and genetic structure of native species, associated with the low population densities of tropical species, to get an adequate reproductive material to implement the trials is often a very hard and highly expensive work. Although the subject is meant to be applied to native species in general, the cases presented are Amazonian species, due to the research work which has been carried out by the author.

Key words: Genetic structure, reproductive biology, *Bertholletia excelsa*, *Didymopanax morototoni*, *Cordia goeldiana*.

tempo (GHILARDI & MAINIERI 1964, VEIGA 1964, PITT 1964). Na Amazônia mais especificamente, as pesquisas do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (CPATU), se concentram em sua totalidade, quase que exclusivamente nas espécies nativas. Todavia, a não disponibilidade de sementes em quantidades adequadas tem contribuído para que as mesmas estejam presentes apenas em parcelas experimentais, ou plantios em pequena escala (KANASHIRO & YARED 1991). Conseqüentemente, faz-se imprescindível um contínuo esforço no sentido de testar e selecionar tais espécies para diferentes sistemas de produção florestal e/ou agroflorestal, associado a um programa de produção de sementes com um mínimo de qualidade genética e fisiológica.

Reconhecida a pequena participação das espécies autóctones no sistema de produção florestal (silvicultura

(1) Eng. Ftal., Ph. D., EMBRAPA/CPATU C.P. 48 - CEP 66240 - Belém-PA.

e manejo de plantações), não obstante suas potencialidades de utilização, e seu valor econômico, o objetivo deste trabalho prende-se em:

- a) discutir pontos básicos de genética e melhoria para espécies pouco conhecidas;
- b) comentar as medidas que estão sendo consideradas para obtenção de sementes de melhor qualidade;
- c) reforçar a necessidade de uma flexibilidade, nos diferentes programas de melhoramento, sem comprometer os aspectos conceituais, ajustando às circunstâncias inerentes à espécie em questão.

O autor espera que este trabalho represente também uma contribuição a este lento processo de conscientização e valorização de nossos recursos genéticos.

2 A VARIABILIDADE GENÉTICA E SEU MANEJO

Todo e qualquer método de melhoramento se fundamenta na existência de uma variabilidade genética, na qual aplicada uma determinada intensidade de seleção, representa ganhos em produtividade (e.g. através da forma, precocidade, resistência a doenças, etc.) nas próximas gerações. Embora, cada vez mais se reconheça que os genes interagem de forma muito mais complexa do que anteriormente se acreditava, o melhoramento florestal pode ainda utilizar modelos genéticos simples para a maioria dos caracteres herdados quantitativamente (NAMKOONG et alii 1980). Estes autores reforçam ainda que embora a ligação entre os genes ("linkage"), e a epistasia (i.e. interação não-alélica), afetem profundamente a ação do gene que é bastante complexa, muito pode ser alcançado com o conceito básico de *loci* independentes (i.e. que os genes agem de forma independentes).

No processo de amostragem das populações, além do seu histórico, o conhecimento da biologia reprodutiva, da estrutura genética (i.e., quando e como os genes estão distribuídos), e do tamanho efetivo das populações, são importantes fatores a serem considerados, uma vez que os mesmos podem afetar diretamente os resultados que serão avaliados a longo prazo. Em casos específicos, é importante também considerar os aspectos silviculturais principalmente no que se refere ao estabelecimento de plantações.

Biologia reprodutiva e a estrutura genética

Diferente de muitas espécies florestais de clima temperado, que em geral apresentam reprodução cruzada e polinização eólica, muitas espécies nativas tropicais e subtropicais têm sido caracterizadas como espécies de reprodução cruzada, apresentando diversos modos de reprodução e as mais variadas síndromes de polinização (BAWA 1974, BAWA et alii 1985a, BAWA et alii 1985b, GRUNMEIER 1990). A importância da biologia reprodutiva nos programas de melhoramento genético de espécies nativas e manejo de florestas tropicais tem sido reconhecida há muito tempo, embora a ênfase

tenha se pronunciado mais recentemente, a medida que tais informações se avolumam (KAGEYAMA 1980, 1987, KANASHIRO 1982, 1991, BAWA et alii 1989, BAWA & KRUGMAN 1991).

A biologia reprodutiva das espécies e o histórico da diversificação seletiva, podem afetar a distribuição dos genes e provocar a existência de subdivisões em populações naturais (NAMKOONG et alii 1980). Dada a grande diversidade na fenologia de florescimento e frutificação, síndromes de polinização e os sistemas de reprodução das espécies tropicais, discutidos por BAWA & KRUGMAN (1991), é muito provável a existência de subdivisões, mesmo em populações que aparentemente são consideradas contíguas. Tais subdivisões podem ocorrer tanto do ponto de vista espacial, como temporal, uma vez que essa demografia genética é resultado de uma interação entre deriva genética, endogamia, seleção e migração. Como observa MARTINS (1987), a estrutura populacional de uma espécie, que é o conjunto de suas características genéticas e demográficas, é resultado da ação e das interações de uma série de mecanismos evolutivos e ecológicos.

LOVELESS & HAMRICK (1984), identificaram várias características ecológicas e da história da vida das plantas, provavelmente muito importantes na determinação da estrutura genética, que são: dispersão de sementes, longevidade das plantas, estágio na sucessão, amplitude geográfica, tamanho de população, densidade e estrutura da população, além dos já citados anteriormente. Não obstante, a importância dessas características, no momento a quantidade de dados descritivos e experimentais disponíveis, que permitem a separação do efeito múltiplo das mesmas, é quase inexpressivo.

Tamanho efetivo de populações (N_e)

O tamanho efetivo de populações (N_e), pode ser definido como a quantidade de indivíduos que acasalam livremente dentro de um limite de vizinhança genética. Este parâmetro depende do sistema de acasalamento (que é determinado pelo grau de autofecundação), padrão de dispersão dos indivíduos aparentados e do padrão de movimentação de pólen e sementes (BAWA & KRUGMAN 1991). O N_e determina o potencial de subdivisões dentro da população. Se os demais parâmetros (e.g. deriva genética, endogamia, migração, etc.), se mantem iguais, e o tamanho efetivo da população é grande, este potencial para subdivisões diminui uma vez que a subdivisão é decorrente de uma interação destes parâmetros. O oposto ocorre em casos do tamanho efetivo das populações ser pequeno e de endogamia (BAWA et alii 1989).

Embora se reconheça a grande diversidade dos modos de reprodução das espécies tropicais, que as caracterizam como de reprodução cruzada, KAGEYAMA (1990) alerta sobre a importância de considerar outras alternativas de mecanismos de reprodução, sem estar demasiado preso à dicotomia entre autopolinização e polinização cruzada, com relação à manutenção de certas espécies, principalmente as consideradas raras na floresta. Fenômenos como autocompatibilidade, apomixia, e um certo grau de autofecundação, mesmo

em espécies predominantemente alógamas, podem ser muito importantes para a manutenção de certas espécies.

Dados sobre o sistema de acasalamento (*mating system*), de espécies tropicais são praticamente inexistentes. Embora, as poucas informações disponíveis mostram que o grau de cruzamento é alto como nos casos de *Bertholletia excelsa* e *Pithecellobium pedicellare*, BAWA & KRUGMAN (1991), não descartam a possibilidade de estar ocorrendo endogamia. Nos dados observados, de *Pithecellobium pedicellare*, a alta variação na taxa de cruzamento entre os indivíduos amostrados, pode estar relacionada aos cruzamentos de indivíduos aparentados, ou taxas de autofecundação. Além disso, a presença da alta frequência de plântulas albinas nas progênies, e a estruturação genética populacional são indicações também de endogamia. Conseqüentemente, além das informações de que espécies tropicais são potencialmente alógamas, muito pouco se sabe sobre o fluxo gênico, subdivisão dentro das populações e o tamanho efetivo das populações.

Do ponto de vista prático estes dados são imprescindíveis, tanto para o manejo de florestas naturais, para o melhoramento genético em programas de plantações, como para a conservação genética (BAWA et alii 1989, BAWA & KRUGMAN 1991, KAGEYAMA 1990, KANASHIRO 1991). Segundo NAMKOONG et alii (1980), um dos dilemas básicos enfrentados pelo melhorista ao manipular variabilidade genética, reside no fato de que uma seleção muito intensa pode atingir ganhos rápidos, mas também eliminar alelos que poderiam ser úteis no futuro. A seleção intensiva reduz o tamanho efetivo da população (N_e), a ponto que muitos alelos podem ser perdidos acidentalmente, ou ter as suas frequências reduzidas a um nível que se torna difícil localizá-las para incorporá-las ao programa de melhoramento. Mesmo sem as complicações do efeito de "linkage" e das interações de genes, se o N_e é muito menor que 20, o potencial de ganho da população é reduzido. Como uma forma de contornar este problema, o autor sugere o intercruzamento das plantas selecionadas de forma bastante equilibrada.

Variação genética entre e dentro de populações

Similarmente aos aspectos já anteriormente discutidos, a natureza da variação genética das espécies folhosas tropicais em geral (se aplica também às espécies autóctones), também é pouco conhecida. KAGEYAMA & DIAS (1985), recomendam que para um estudo sobre a estrutura genética de uma determinada espécie, é importante primeiramente realizar estudos de variação fenotípica e genotípica de populações e compará-las. Os estudos de variação fenotípica dos indivíduos e das populações devem ser feitos "in situ". Por outro lado, os estudos de variação genética devem ser realizados em condições experimentais bem controladas para que se possa avaliar o componente ambiental e o genético, de forma bastante segura.

A maneira mais tradicional, e utilizada para avaliar a variação genética entre e dentro de populações são os

testes de progênies e de procedências. Contudo, alertam KAGEYAMA & DIAS (1985), que esses testes só podem ser realizados quando se tem conhecimento suficiente sobre a silvicultura das espécies. Com o objetivo de entender a variação genética dentro das populações de espécies nativas, KAGEYAMA (1990), utiliza três espécies de eucaliptos mais plantadas no Brasil (*E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla*), de populações não melhoradas para comparações. Embora esses resultados, não sejam estatisticamente comparáveis, eles podem servir para que se façam vários questionamentos, admitindo as limitações dos parâmetros, considerando ainda que essas espécies são alógamas e zoófilas.

Em função dos dados obtidos em ensaios de progênies, e analisando apenas a característica de crescimento em altura, pergunta-se: constatando-se a grande variação genética entre progênies, seria isto resultado da eficiência dos agentes polinizadores que teriam promovido a troca gênica entre indivíduos de diferentes populações? Da mesma forma, uma grande variação dentro de progênies seria um indicador da eficiência do fluxo gênico entre os indivíduos de uma mesma população? Por outro lado, a alta flutuação nos coeficientes de variação genética entre populações para algumas espécies como *Dipterex alata* (4,6; 1,1 e 0,0%), *Machaerium villosum* (4,2; 4,0 e 0,0%) e *Araucaria angustifolia* (5,8; 3,3; 7,4 e 0,0%), podem expressar reais diferenças genéticas, erros de amostragem ou ainda efeitos de populações empobrecidas geneticamente. As pequenas variações entre ($V_g=0,2-1,7\%$) e dentro ($V_p=8,8-12,1\%$) de progênies (e.g. *Cariniana legalis* e *Gallesia gororema*), seriam casos típicos da ocorrência de endogamia?

Concluindo suas considerações KAGEYAMA (1990), observa que tomando-se a média dos parâmetros genéticos (V_g e V_p) para as espécies nativas, estes dados são semelhantes com os encontrados para as populações não melhoradas de eucalipto, principalmente para variações dentro (V_p), das progênies. Isto indica uma certa coerência para os referidos parâmetros genéticos. Salienta também, que a padronização das amostragens na instalação dos experimentos, da idade de avaliação, etc., poderiam fornecer importantes informações genéticas para o entendimento e manuseio das espécies.

O método de gel eletroforese tem sido muito empregado recentemente para determinar a quantidade de variação genética em populações naturais, para estimar a quantidade de polimorfismo dos *loci* que codificam proteínas específicas. Contudo, dados experimentais de diversidade genética de espécies nativas, com base oriunda nesta técnica são praticamente inexistentes. Uma das poucas espécies foi a castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*). Os resultados obtidos mostraram alta variação dentro das populações, sugerindo fortemente que a espécie produz sementes predominantemente de fecundação cruzada, embora ocorra também uma pequena percentagem de autofecundação (BUCKLEY et alii 1988, O'MALLEY et alii 1988). No entanto, a pequena diferença observada entre as duas populações estudadas foi uma surpresa, e isto necessita ser reavaliado, uma vez que informações deste teor tem

conseqüências práticas muito importantes no programa de melhoramento e conservação genética desta espécie (BUCKLEY et alii 1988).

3 ASPECTOS BÁSICOS DE UM PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO

Não é objetivo principal nesse item, discutir os aspectos filosóficos dos programas de melhoramento, ou mesmo discutir detalhes dos diferentes níveis de investimentos e que tipo de respostas poderão ser obtidas desses programas, mas sim, comentar sobre que ensaios podem ser utilizados para avaliar o comportamento das espécies, procedências, e famílias. Sobre os aspectos filosóficos das estratégias de programas de melhoramento para as espécies florestais tropicais NAMKOONG et alii (1980), discutem, de forma bastante clara e elegante, os aspectos básicos da ação dos genes, assim como programas de melhoramento com diversos níveis de investimentos. Esses autores alertam os melhoristas quanto à importância do conhecimento e da intuição se complementarem na utilização da genética no campo florestal, ajustando os programas às devidas necessidades da espécie em questão.

KAGEYAMA (1980), salienta que um programa de melhoramento deve ser considerado em vários níveis, visando obter resultados a curto, médio e longo prazos. As espécies nativas são importantes nos programas de produção florestal, porém poucas são as informações sobre suas condições adequadas de plantios (e.g. sombreamento ou a pleno sol), assim como sobre a própria disponibilidade de sementes. Conseqüentemente, avaliações silviculturais dessas espécies em diferentes sistemas de plantios, e um programa a curto prazo para aumentar a disponibilidade de sementes, devem estar intimamente ligados ao programa de melhoramento.

Ensaio comparativos de espécie

Este tipo de ensaio é o ponto básico para um programa de silvicultura tanto de espécies nativas como exóticas. É uma fase em que se incluem muitas espécies de interesse econômico e/ou ecológico, uma vez que estes ensaios devem dar informações do comportamento, do crescimento e da adaptação das espécies. Quando se desconhece totalmente a ecologia das espécies, é muito importante que essas avaliações sejam feitas em diferentes sistemas silviculturais (e.g. pleno sol e sob sombra), para que espécies não sejam descartadas precocemente de um determinado programa de pesquisa.

Na falta de informações, muitas das decisões a serem tomadas podem se basear unicamente no bom senso do silvicultor/melhorista. Não há uma metodologia pré-estabelecida para os espaçamentos, ou mesmo tamanho e forma das parcelas experimentais. É importante que qualquer que seja a decisão a ser tomada, deve ser sempre levado em consideração um número de indivíduos a serem avaliados que possibilite inferir sobre o comportamento das espécies. Nesse tipo de ensaio, a utilização de bordaduras é muito importante devido aos diferentes hábitos de crescimento das espécies.

Nos experimentos instalados na Floresta Nacional do Tapajós, na altura do km 53 da Rodovia Cuiabá-Santarém em 1975, as parcelas experimentais foram de 36 plantas (6 x 6), com o espaçamento de 1,5 x 1,5 m, sendo utilizadas as 16 plantas centrais (4 x 4) para avaliação. Esse ensaio foi avaliado e encerrado 32 meses após sua instalação, devido ao pequeno espaçamento utilizado (YARED et alii 1980). Nos ensaios posteriores, desta natureza, se utilizaram espaçamentos maiores (3 x 2 m e 3 x 3 m), com parcelas de mesmo tamanho, sendo as 16 plantas centrais utilizadas para avaliação.

Além da avaliação das espécies em diferentes condições de sombreamento, é importante também atentar para o tempo de duração dos ensaios. Avaliações precoces podem descartar erroneamente, espécies de determinados sistemas de plantio. O jutaí-açu (*Hymenaea courbaril*), testado em condições de sombra parcial e avaliado aos 4 anos de idade, foi considerado uma das espécies inadequadas para estas condições, devido ao acentuado acamamento dos caules no estágio inicial (YARED & CARPANEZZI 1981). Atualmente, reconhece-se que esta avaliação foi feita precocemente; as plantas nessas condições de sombra (mais de 15 anos de idade) apresentam forma de fuste bastante superior comparada às plantas testadas a pleno sol (KANASHIRO 1991).

O grande número de gêneros e espécies potenciais para diversos usos, dificulta uma generalização das formas de avaliação. Porém, uma recomendação básica é sobre o cuidado especial que se deve ter na identificação adequada dos lotes de sementes. Considerando que o desenvolvimento florestal deve levar em conta também os sistemas a serem adotados pelos pequenos produtores rurais e não apenas o setor madeireiro, é imprescindível que nos programas de seleção de espécies, aquelas que mostram potencialidade para o uso múltiplo (frutos, madeiras, resinas, etc.), sejam também incluídas, levando-se em consideração todas as suas peculiaridades nos ensaios de avaliação.

Testes de procedências e progênes

Como mencionado anteriormente os testes de procedência e progênes têm sido a forma mais comum para avaliar a variação genética entre e dentro de populações (KAGEYAMA & DIAS 1985). É o passo inicial de um programa de melhoramento, uma vez se comparam várias populações e/ou progênes dentro das populações, para avaliar as possíveis diferenças de comportamento silvicultural que estejam ligadas às respectivas diferenças genéticas. Estes ensaios podem inferir sobre a estrutura genética em diferentes níveis e orientar decisões práticas no programa de melhoramento e conservação genética (NAMKOONG 1986). Uma vez que a avaliação é feita através de características fenotípicas, a repetição destes ensaios em diferentes locais é importante para avaliar também uma possível interação genótipo-ambiente.

Considerando que as populações amostradas devem conter o máximo de variação de alelos úteis para o programa de melhoramento e suficientes populações que contenham tais genes, isto significaria uma grande amostra de um grande número de populações testadas

em vários locais. Se a interação genótipo-ambiente é alta e potencialmente utilizável, e cada procedência contém árvores de 50 famílias, considerando 50 procedências, o programa se tornaria extremamente grande e de difícil controle (NAMKOONG et alii 1980). Estes autores, recomendam que um meio de aumentar a eficiência no uso do espaço físico e do material testado, é desenvolver informações e materiais genéticos em vários estágios: o primeiro estágio poderia ser representado por amostragens simples ao acaso, de plantas de poucas populações dispersas, em diferentes locais. Estes dados serviriam apenas para dar uma estimativa das tendências de comportamento da espécie como um todo. O segundo estágio poderia então ser implementado em áreas menores da distribuição natural da espécie e testes mais rigorosos seriam conduzidos para estimar as médias e variâncias das populações de forma mais precisa. O terceiro e subseqüentes estágios, envolveriam a seleção de árvores individuais para uma ou mais populações para assegurar que os melhores genótipos fossem utilizados.

Para o caso específico das espécies nativas, ainda existe um número muito pequeno de espécies que tenham ultrapassado a fase preliminar de avaliação geral a nível de populações, e/ou a nível de progênies. Dentre as espécies estudadas podem ser citadas em outras, pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), cumaru (*Dipterix alata*), bracatinga (*Mimosa scrabella*), castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), morototó (*Didymopanax morototoni*), (KANASHIRO 1982, KAGEYAMA & DIAS 1985, KAGEYAMA 1990).

Propagação vegetativa e produção de sementes

A propagação vegetativa, que consiste na propagação assexuada de uma planta (e.g. alporquia, enxertia, estaquia, cultura de tecidos, etc.), pode constituir, por si só, uma ferramenta bastante eficaz para o estabelecimento de plantações florestais comerciais de alto valor produtivo, assim como participar em diferentes níveis dos programas de melhoramento no estabelecimento de pomares de sementes.

O objetivo é mostrar a importância dos trabalhos de pesquisas envolvendo diferentes linhas, em paralelo ao trabalho de seleção e avaliação, tanto de populações como a nível individual de plantas. Para as espécies nativas da Amazônia brasileira, há resultados de propagação vegetativa (exploratórios e conclusivos), para por exemplo: *Cordia goeldiana* (KANASHIRO 1982), *Bertholletia excelsa* (MULLER 1981), e *Aniba rosaeodora* (SANTANA & OHASHI, comun. pes.). Áreas extensas (18.500 ha em 1990), têm sido plantadas pela ARACRUZ FLORESTAL, totalizando, no momento, 115.000 ha de eucaliptos originados de enraizamento de estacas (CAMPINHOS JR. 1991). Empreendimentos deste porte, podem ser considerados raros. Contudo, é importante salientar que ganhos podem ser obtidos de forma bastante rápida e eficiente quando se vislumbra e investe adequadamente nos programas de melhoramento para o aumento da produtividade.

Se as monoculturas representam um perigo devido as epidemias de pragas e doenças, os problemas das

monoculturas florestais, se agravam ainda mais, quando estas são estabelecidas através de propagação vegetativa. A redução na variação genética é drástica, especialmente se os plantios se baseiam em poucos clones. Conseqüentemente, é recomendável, nestes plantios, que o maior número de genótipos possíveis sejam mesclados (NAMKOONG et alii 1980). Alguns estudos têm sido feitos, no sentido de avaliar o número mínimo de clones a serem utilizados para prevenir epidemias. Resultados de simulação (feitos por Hühm), e mencionados por HATTEMER (1991), mostram que, do ponto de vista prático, para manter a estabilidade ecológica, esse número seria entre 5 e 30 clones. Do ponto de vista de risco, este intervalo mudaria consideravelmente (20-40 clones). Independente do número de clones, que pode diminuir ou aumentar o risco destes empreendimentos florestais, a questão básica consiste se a tomada de decisões é feita de forma consciente dos problemas que poderão surgir no futuro.

Quanto à produção de sementes, a sua qualidade genética e fisiológica está associada ao conhecimento ecológico reprodutivo, silvicultural e aos métodos de melhoramentos empregados para a espécie. No caso das espécies nativas, a quase inexistência de plantios em escala comercial aliado ao fato de que os programas de melhoramento genético estão ainda em seus estágios iniciais, a quantidade de sementes produzidas é muito pequena e de baixa qualidade, por serem oriundas principalmente de coletas em populações naturais. Uma forma rápida de obter sementes de melhor qualidade comparada às coletadas em populações naturais, é transformar através de seleção e desbaste plantações florestais, em áreas de produção de sementes. A seleção (parâmetros e intensidade), deverá obedecer critérios que somente poderão ser efetivos se houver informações básicas de silvicultura e biologia de reprodução das espécies.

Como a qualidade genética das sementes está associada à sofisticação dos esquemas de seleção e cruzamento, conseqüentemente tal produção implica também no custo envolvido. Contudo, é importante salientar que não são somente os esquemas sofisticados que poderão oferecer sementes de boa qualidade genética para plantios comerciais. Atenção especial deve ser dada às peculiaridades de cada espécie, e a sua demanda comercial, de modo que os esquemas de melhoramento sejam delineados sempre que possível de forma simples e prática (NAMKOONG et alii 1980, COTTERILL 1986, HATTEMER 1991).

4 DO CONCEITO À PRÁTICA: QUAL O GRAU ACEITÁVEL DE DISSONÂNCIA?

Em florestas tropicais, as populações naturais podem ter evoluído com pequenas e estáveis subdivisões, enquanto que as não estáveis florestas temperadas podem estar adaptadas a uma maior variação no tamanho e distribuição de populações. Nos trópicos, contudo, pequenas e múltiplas populações das espécies florestais parece ser a forma normal de ocorrência, agindo, talvez,

como um regulador contra epidemias patogênicas (NAMKOONG 1986). Portanto, continua o autor, um dos problemas em utilizar tais espécies é a total ignorância da estrutura genética. Na ausência do conhecimento da coevolução de competidores, pestes e patógenos, é necessário resgatar mais diversidade do que possivelmente necessário, até que tais variações possam ser redundantes e eliminadas de forma segura.

Independente do conhecimento da estrutura genética das populações das espécies tropicais autóctones, a quantidade de sementes usualmente coletada em populações naturais, é extremamente baixa, e de alto custo. Isto, em parte, é devido à complexidade da ecologia reprodutiva (florescimento, frutificação, sistemas reprodutivos, dispersão de frutos e/ou sementes), dessas espécies e a baixa densidade de indivíduos por hectare em matas primárias. Do ponto de vista prático, isto se reflete na dificuldade de utilizar essas espécies em plantações piloto, ou em larga escala e programas de melhoramento e/ou conservação genética. Adicionalmente, o pouco conhecimento sobre a fisiologia, germinação de sementes, e ecologia de mudas também contribui para a inexpressiva participação de tais espécies em programas de plantações (puros ou mistos).

Considerando este conjunto de fatores, o dilema se resume na execução de um programa longe de ser o teoricamente aceitável (*i.e.*, não estar demasiadamente "preso" aos conceitos básicos discutidos), ou esperar até que essas informações básicas sejam geradas? Pela necessidade premente do material reprodutivo, a primeira opção parece ser a mais convincente. Na prática, é extremamente difícil estabelecer um programa de melhoramento genético com espécies autóctones tropicais, que iniciem com material de uma ampla base genética e/ou devidamente caracterizado a nível de famílias (progênes). Esta situação, que ocorre naturalmente devido às pequenas e estáveis subdivisões nas populações das espécies tropicais, pode se agravar consideravelmente, se a espécie tem sido um alvo de intensa exploração seletiva.

Ucuúba-da-várzea (*Viola surinamensis*), que tem sua ocorrência concentrada nas várzeas do estuário amazônico, e que há décadas vem sendo explorada seletivamente, tem suas sementes dispersas pela água e também pelos pássaros que as têm como fonte de alimento. Provavelmente, devido à sua adaptação para a dispersão pela água, a semente tem níveis de viabilidade bastante reduzidos, à medida que vai perdendo seu teor de umidade. Devido a estes fatores, para um programa de conservação genética "ex-situ" da espécie, a tática para a coleta de sementes, seria colocar "redes de coleta", em locais estratégicos (por exemplo, nas curvas de rios e igarapés), identificando diferentes populações com base no local de onde viessem as sementes (*e.g.*, Igarapé A, rio B altura X, e assim por diante). Esta metodologia pode não ser a mais correta, mas, se executada com cuidado, pode representar o início de um bom programa de pesquisa para a espécie. A coleta de sementes nesses locais, resolveria também em parte o problema de armazenamento das sementes, que neces-

sitam manter o alto teor de umidade. No momento, esta técnica é utilizada pelos ribeirinhos que coletam sementes para as empresas interessadas no plantio dessa espécie.

Diferentes espécies, requerem diferentes estratégias de trabalho. SIMONS (1991), considera bastante problemático um programa de conservação genética e coleta de sementes de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), porque a sua intensa exploração reduziu consideravelmente o número de indivíduos nas populações. Além dos cuidados no transplante de mudas de regeneração natural, pelas dificuldades de obter sementes, o autor observa ainda que, devido à escassez de indivíduos nas populações, há dificuldade de aplicar o conceito usual de procedência. Sua sugestão para este caso, é que sejam identificados todos os materiais coletados (sementes e mudas), por progênes de meios-irmãos, e sejam formados grupos para cada região (*e.g.* Tapajós, Trombetas, Jari, etc.).

Como mencionado por BAWA & KRUGMAN (1991), os esforços no melhoramento de plantas não são estáticos. É um processo que evolui à medida que se aprende mais sobre o sistema biológico que se tenta manipular. Por causa das dificuldades de se obter material de ampla base genética, é muito importante estar atento aos níveis de seleção que se deve aplicar e para que fins de utilização (plantações comerciais ou melhoramento mais intensivo). GRIFFIN (1990), examinando o efeito de endogamia no crescimento de árvores em plantações, argumenta que sementes coletadas em plantações freqüentemente têm base genética restrita, sendo, portanto, o acasalamento entre plantas aparentadas bastante frequente. Isto pode ter sérias conseqüências, incluindo redução no crescimento. No processo inicial de domesticação de espécies florestais (FIGURA 1), o autor recomenda também um cuidado especial no processo de seleção das sementes.

5 UM PROGRAMA EM ANDAMENTO COM ESPÉCIES TROPICAIS AUTÓCTONES

Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*)

Ao lado da seringueira (*Hevea sp*), a castanha pela sua importância no contexto sócio-econômico, é talvez a espécie Amazônica que reúne a maior quantidade de conhecimentos fitotécnicos para o seu cultivo racional, embora alguns aspectos de sua biologia reprodutiva precisem ser claramente entendidos (KANASHIRO e YARED 1991). Além de sua importância para a produção de frutos, a castanha é uma espécie bastante promissora para formação de povoamentos florestais com finalidade madeireira, podendo ainda ser aproveitada para a produção de frutos. Neste caso, as técnicas de implantação e condução devem ser substancialmente diferentes (YARED 1990).

A importância da castanha como espécie para programas de reflorestamento, decorre de suas características silviculturais como: boa forma do fuste, desrama natural, rusticidade, tolerância à luz e crescimento relativamente rápido, além da sua utilização para a indústria

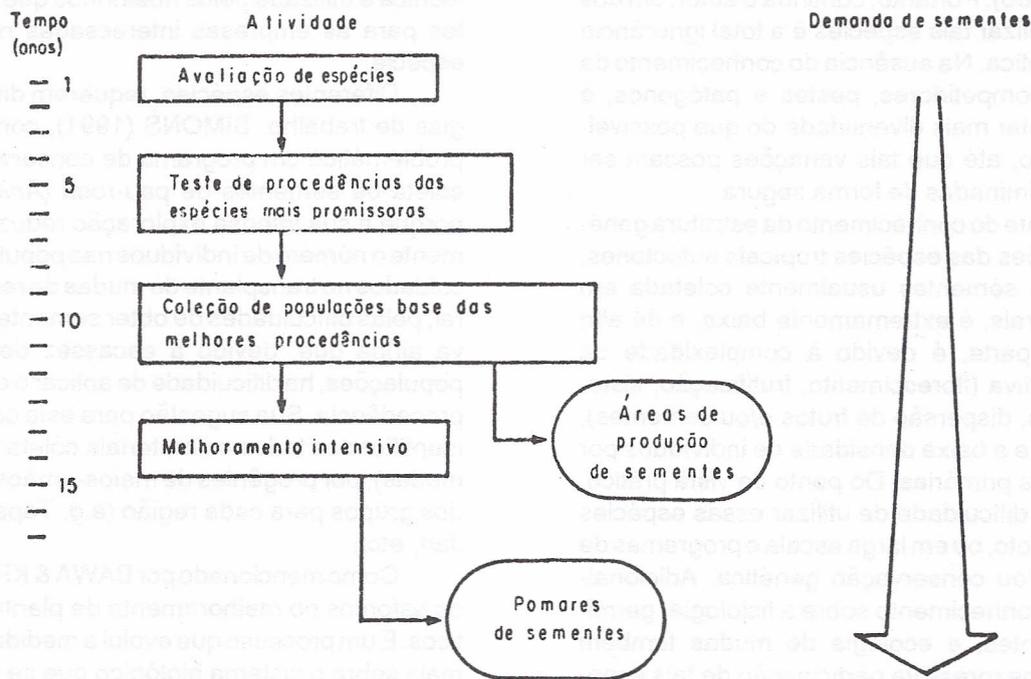


FIGURA 1 - Procedimentos gerais para domesticação de espécies de rápido crescimento (DE GRIFFIN, 1990)

madeira. Contudo, em virtude de seus frutos terem maior valor comercial, a castanheira nativa, por dispositivo normativo do IBDF (hoje IBAMA) está proibida de ser derrubada através da Portaria N°2570 - DC, de 22.11.71 (SUDAM 1979). Em plantios de pé-franco, com rotações estimadas em 30-40 anos, as perspectivas de produção madeira são acima de 150 m³ha⁻¹ (YARED et alii 1988).

No programa de melhoramento genético, esta espécie conta apenas com um ensaio de procedências instalado no Campo Experimental de Belterra, Santarém-PA. No período de formação de mudas, esperava-se produzir um número suficiente para repetir o ensaio em outros locais da Amazônia, mas estes ensaios deixaram de ser instalados.

Na escolha das populações a serem testadas, os principais critérios utilizados foram as condições climáticas, e as possibilidades de coletas de sementes. Esperava-se incluir no estudo um maior número de populações, mas devido a várias dificuldades encontradas (acesso às populações, transporte, etc.) foi levado ao campo apenas o material disponível no momento da implantação. O ensaio foi instalado em fevereiro de 1982, utilizando espaçamento de 4 x 4 m e parcelas quadradas de 20 plantas, todas mensuráveis. As procedências testadas foram: Alenquer, Altamira, Marabá e Santarém (estado do Pará), além da procedência de Rio Branco (Acre).

Aos nove anos de idade, os maiores crescimentos em altura foram observados para as procedências de Santarém e Alenquer (PA), com incrementos médios anuais de 1,4 m.ano⁻¹. Com relação ao crescimento em diâmetro estas duas procedências também apresentam valores médios de 1,9 cm.ano⁻¹. Os menores crescimen-

tos foram registrados para as procedências de Rio Branco e Altamira com incrementos médios anuais de 1,25 m.ano⁻¹ em altura e 1,65 cm.ano⁻¹ em DAP (diâmetro à altura do peito). Observou-se que para todas as variáveis de resposta (sobrevivência, altura e diâmetro), as significâncias estatísticas entre as procedências foram diminuindo a medida que o ensaio se tornava mais "adulto". Aos 6,5 anos de idade, por exemplo praticamente não haviam diferenças significativas entre as populações para aquelas variáveis, embora a procedência de Santarém-PA sempre tenha apresentado os maiores valores absolutos observados (YARED 1989). Isto reforça a necessidade do cuidado que deve existir com relação à seleção precoce nos programas de melhoramento de essências de longo ciclo, como já mencionado anteriormente.

O comportamento das diversas procedências, nos revela que, de um modo geral, todas essas diferentes populações guardam uma semelhança muito grande no aspecto fenotípico de seus indivíduos. Embora haja diferenças no crescimento, as características fisionômicas são bastante semelhantes entre as diversas procedências avaliadas. Em geral, as árvores neste espaçamento de 4 x 4 m (625 plantas.ha⁻¹), apresentaram formação de ramos laterais bastante finos e boa desrama natural, característica bastante desejável para a formação de madeira de boa qualidade física, devido à ausência de nós.

Há dois anos se observa o florescimento de árvores isoladas, com formação de frutos. Existe interesse de monitorar o processo reprodutivo, no sentido de quantificar a proporção de flores/frutos formados em diversos indivíduos para entender melhor o processo reprodutivo desta espécie. Como já mencionado anteriormente, os

aspectos de biologia reprodutiva precisam ser esclarecidos, uma vez que os dados disponíveis atualmente (MORITZ 1984), são insuficientes para entender e garantir uma alta produtividade aos castanhais implantados via enxertia.

Do ponto de vista prático, os resultados obtidos até o momento com a espécie nos leva a recomendar que plantios comerciais de castanheiras poderiam ser implantados a partir de material coletado diretamente nas populações nativas. A alta uniformidade nos padrões de crescimento das populações, não significa, contudo, que as mesmas não possam conter alta variabilidade genética do ponto de vista de heterozigose e/ou polimorfismo alélico. Se os resultados de estudos através da técnica de gel eletroforese para populações presentes no ensaio de procedências, conferirem com os resultados obtidos para as populações de Mocambo-AC e Carreiro Porto-AM, isto é, o alto nível de variação genética dentro das populações, e uma pequena variação entre as mesmas (BUCKLEY et alii 1988), isto reforçaria extremamente a sugestão da utilização direta do material selvagem em plantios comerciais. Algumas das vantagens desse procedimento, seriam:

- a) relativo baixo custo das sementes obtidas, obedecendo formações de lotes de ampla base genética;
- b) as populações comerciais plantadas teriam uma ampla base genética, uma vez que a seleção automaticamente reduz a variabilidade genética.

Se considerarmos ainda que a baixa produção de frutos nos castanhais enxertados pode estar relacionado ao número muito reduzido de clones, com a possibilidade de haver incompatibilidade entre os mesmos (MULLER et alii, 1980, MORITZ 1984, O'MALLEY et alii, 1988), os plantios comerciais poderiam, a partir do 10º ano, representar também uma fonte adicional de renda pela produção de frutos. Além disso, a grande diversidade gênica teria também um efeito regulador positivo contra pragas e doenças.

Pesquisas tanto a aplicada, como de natureza mais básica (e.g. eficiência de polinizadores, incompatibilidade de clones, estrutura de populações, etc.), devem ser intensificadas para tornar mais fortes as premissas atualmente formuladas ou rejeitá-las completamente, mas de alguma forma dar um direcionamento seguro à utilização das castanheiras, tanto para programas de plantações, quanto de conservação genética.

Morototó (*Didymopanax morototoni*)

O morototó é uma das espécies madeireiras amazônicas de crescimento rápido. Aos oito anos de idade observam-se incrementos médios anuais de altura e diâmetro de 2,2 m e 2,1 cm respectivamente. É importante observar, também, que mesmo nos plantios mais velhos o ritmo de crescimento se mantém constante (KANASHIRO & YARED 1991). Em diferentes espaçamentos observou-se a diferença na conicidade dos fustes (i.e. espaçamentos menores formam fuste mais cilíndricos). A ação de ventos fortes também podem provocar a quebra do fuste e/ou galhos, principalmente em espaçamentos mais amplos, o que aumenta a incidência de bifurcações (YARED 1990).

O estudo de procedências, que envolvendo populações de Manaus I e II (AM), São Miguel do Guamá (PA), Baião (PA), e Belterra (PA), juntamente com os ensaios de silvicultura instalados no Campo Experimental de Belterra, sugere, devido à grande variabilidade fenotípica apresentada nestes dois ensaios, que possivelmente esta espécie poderia responder positivamente à simples seleção massal.

Aos nove anos de idade, entre as diferentes procedências testadas, as melhores populações para crescimento em altura são as de São Miguel do Guamá e de Belterra, com incremento de 1,4 e 1,3 m.ano⁻¹, respectivamente. Isto se verifica também para o crescimento em diâmetro (2,0 e 1,9 cm.ano⁻¹, respectivamente), e para a sobrevivência. As demais procedências apresentam menores crescimentos, mas a grande maioria das diferenças significativas (altura, diâmetro, etc.), desaparecem aos 6,5 anos de idade (YARED 1989). No entanto, o que chama muito a atenção neste ensaio é a boa forma do fuste apresentada pela procedência de São Miguel do Guamá-PA. As demais procedências apresentam uma variabilidade fenotípica muito acentuada, com árvores muito bifurcadas, embora tenham plantas também com boa retidão de fuste.

A discrepância observada entre a população de São Miguel do Guamá e as demais, quanto a forma do fuste, levanta a hipótese de que este material tenha sofrido algum nível de seleção individual na composição do lote de sementes. Este material foi fornecido pela empresa Fósforo do Norte (FOSNOR), que tem interesse nessa espécie para fabricação de palitos de fósforo. Comparando-se o material cedido pela FOSNOR (ensaio de procedência) com um ensaio silvicultural de espaçamento, pode-se observar que a variabilidade apresentada no ensaio de espaçamento, com o material genético de Belterra (se a hipótese da seleção individual for correta), poderia ser transformado, através de seleção de árvores de boa forma, em uma área de produção de sementes, com qualidade superior ao material coletado em populações naturais (considerando que o lote de sementes não seja originado de poucas árvores). Do ponto de vista prático, isto representaria um avanço bastante expressivo no programa de melhoramento genético do morototó, uma vez que poderíamos aumentar a produção de sementes, tanto na quantidade como na qualidade genética.

Se considerarmos o esquema apresentado na FIGURA 1, poder-se-ia dizer que após 10-12 anos de pesquisa, o programa para o morototó está dentro do previsto por GRIFFIN (1990), colocando a disposição de interessados, material reprodutivo de razoável qualidade genética. Estas premissas estão baseadas também em informações básicas de ecologia de reprodução da espécie discutidos por VIANA (1989).

Para geração contínua de informações sobre a estrutura genética populacional do morototó, recentemente foi instalado no Campo Experimental de Belterra, Santarém-PA, um ensaio de progênies (N=25), com parcelas lineares de 5 plantas, em blocos ao acaso com 10 repetições. À medida que quantidades de sementes

estão sendo fornecidas ao público interessado, o programa de melhoramento genético estará sendo alimentado com informações básicas para definir melhor as estratégias para oferecer, progressivamente, material genético de melhor qualidade.

Freijó-cinza (*Cordia goeldiana*)

Face a grande aceitação de sua madeira no mercado local e internacional, o freijó-cinza é uma das espécies de grande interesse silvicultural (YARED 1990). O freijó tem mostrado adaptar-se muito bem em condições de sombra parcial, com incremento médio anual de 2,0 m.ano⁻¹ e 2,5 cm.ano⁻¹ para altura e diâmetro, respectivamente (YARED & CARPANEZZI 1981). Nestas condições, o incremento em volume aos 8 anos de idade foi de 5 m³.ha⁻¹, que projetado para uma rotação de 30 anos, possibilitaria uma produção média de 150 m³.ha⁻¹ (YARED et alii 1988).

Não obstante a importância desta espécie como alternativa para produção madeireira, a dificuldade de estabelecer áreas de produção de sementes de base genética considerável, faz com que a quantidade de sementes disponível seja inexpressiva, conseqüentemente constituindo um fator limitante aos programas de plantações (KANASHIRO E YARED 1991).

O programa de melhoramento genético para estas espécies na região de Belterra-PA, que previa a instalação de ensaios de procedências, progênies e de áreas de produção e pomares de sementes (KANASHIRO 1982), teve de ser interrompido pelas dificuldades em se obter sementes e/ou material vegetativo de populações naturais. O material disponível e observado em diversas plantações tem basicamente a mesma origem e é de base genética extremamente restrita. Além da dificuldade de se entender a biologia reprodutiva da espécie naquele momento, a própria fragmentação natural das populações, agravada ainda mais com a exploração seletiva (CARPANEZZI & KANASHIRO 1982), tornou o programa extremamente difícil de ser executado. Tentativas de coletas de sementes foram feitas na região de Caxiuanã-PA, e nas proximidades de Quatro Bocas (PA), onde foi possível localizar árvores nestes dois locais, mas sem resultado positivo de coletas. Na Floresta Nacional do Tapajós, município de Santarém-PA, existe também uma boa quantidade de árvores identificadas, mas sem resultado positivo de coleta de sementes.

Em todos estes locais as árvores estão bem distantes umas das outras (vários quilômetros). A dificuldade de se obter sementes desta espécie, se resume no fato de apresentar heterostilia (*i.e.*, tem plantas que produzem flores de estilete curto, e outras que produzem flores com estilete longo), associado a um alto grau de incompatibilidade dentro de cada forma de estilete. Conseqüentemente, a formação de frutos só ocorre quando uma flor de estilete curto é polinizada pelo pólen de uma flor de estilete longo e vice-versa (KANASHIRO 1986). Este complexo sistema reprodutivo, mais a baixa densidade populacional e a assincronia no florescimento, praticamente inviabiliza a possibilidade de encontrar

sementes em quantidades consideráveis nas populações naturais.

O material genético existente no Campo Experimental de Belterra, Santarém-PA e procedentes da Floresta Nacional do Tapajós, é constituído de mudas coletadas sob as copas das árvores matrizes. Para isso foi necessário limpar uma área com um raio considerável para que penetrasse luz e desse condições para que as sementes pudessem germinar e posteriormente serem transplantadas para o viveiro. As sementes não possuem um mecanismo de dormência que lhes permita se manterem viáveis, no solo de um ano para outro (CARPANEZZI & KANASHIRO 1982).

Aceitando o conceito de pequenas múltiplas populações como um fenômeno natural decorrente de um processo evolutivo para as espécies florestais tropicais, NAMKOONG (1986) alerta para a dificuldade de se utilizar tais espécies nos programas de melhoramento sem conhecer a sua estrutura genética. Contudo, para casos como o da *C. goeldiana*, onde às peculiaridades de biologia reprodutiva e autoecologia, soma-se o aspecto da intensa exploração seletiva, que podem levar populações a tal ponto de fragmentação, que dificulta muitas vezes utilizar o conceito de procedências, como observado por SIMONS (1991), para o caso de *Aniba rosaedora*.

No momento, face ao conhecimento já acumulado sobre esta espécie, e considerando que sua importância como espécie madeireira continua sendo reconhecida e altamente desejada para plantações, urge que novas estratégias sejam delineadas para a coleta de material genético e que diferentes instituições trabalhem conjuntamente, tanto nos programas de melhoramento como de conservação genética da espécie.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não obstante, o fato de que os conceitos teóricos devem estar sempre atualizados e presentes na mente dos melhoristas/silvicultores, é imprescindível considerar a instituição como complemento na utilização da genética no campo florestal (NAMKOONG et alii 1980). A diversidade das espécies florestais tropicais, e de seus componentes estruturais (ecológicos e genético/evolutivos) populacionais (MARTINS 1987), certamente demandará diferentes estratégias de manipulação para viabilizar os programas de melhoramento ou conservação genética.

Os três exemplos discutidos, que casualmente são espécies de alto interesse silvicultural para a Amazônia brasileira, revelaram necessitar de diferentes estratégias para obtenção de sementes de boa qualidade genética. Enquanto que para a castanha-do-pará, parece não haver no momento, necessidade de um programa específico de melhoramento genético, devido ao padrão de desenvolvimento de crescimento e forma, para o morotó espera-se que uma simples seleção individual possa melhorar consideravelmente gerações futuras quanto à forma do fuste. Essas duas espécies contrastam forte-

mente com o freijó, que, certamente necessitará uma redefinição na estratégia de melhoramento. Isso exigiria, obrigatoriamente, esforços de instituições conjuntas, se a espécie for "um alvo", a ser alcançado no cenário florestal da região Amazônica.

É importante lembrar que, entre outras, espécies como: andiroba (*Carapa guianensis*), araracanga (*Aspidosperma desmanthum*), cedrorana (*Cedrelinga catanaeformis*), mogno (*Swietenia macrophylla*), parápara (*Jacaranda copaia*), pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), quaruba verdadeira (*Vochysia maxima*), tatajuba (*Bagassa guianensis*), taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), ucuúba-da-várzea (*Virola surinamensis*), necessitam de informações básicas sobre biologia reprodutiva e estrutura genética porque são espécies importantes para os programas de melhoramento como de conservação genética.

O programa de silvicultura e melhoramento genético de espécies nativas é muito incipiente, e não se pode esperar mais uma década para avaliar novamente os avanços silviculturais e de manejo. É imprescindível que seja dada ênfase aos trabalhos com essas espécies, para diminuir, progressivamente, os extremos entre a quantidade de e a existência de informações básicas sobre elas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAWA, K. S., 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. *Evolution* 28:85-92.
- BAWA, K. S., PERRY, D. R. & BEACH, J. H., 1985a. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. *American Journal of Botany* 72:331-345.
- BAWA, K. S., BULLOCK, S. H., PERRY, D. R., COVILLE, R. E. & GRAYUM, M. H., 1985b. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. *American Journal of Botany* 72:346-356.
- BAWA, K. S., ASHTON, P. S., PRIMACK, R. B., TERBORGH, J., NOR, SALLEH MOHD., NG, F. S. P., & HADLEY, M., 1989. Reproductive ecology of tropical plants. *Biology International. Special Issue* 21. 56pp.
- BAWA, K. S. & KRUGMAN, S. L., 1991. Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management. In: GOMEZ-POMPA, A., WHITMORE, T. C. & HADLEY, M. (eds.), Rain forest regeneration and management. p. 119-136. *Man and the Biosphere Series*, vol. 6.
- BUCKLEY, D. P., O'MALLEY, D. M., APSIT, V., PRANCE, G. T. & BAWA, K. S., 1988. *Genetics of Brazil nut (Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). 1. Genetic variation in natural populations*. Theoretical Applied Genetics 76:923-928.
- CAMPINHOS JR., E., 1991. Plantation of fast growing species for tropical areas. In: CONGRESSO FLORESTAL MUNDIAL, Paris, França. set. 17-26, 1991. PROCEEDINGS (Nº 5): 111-120.
- CARPANEZZI, A. A. & KANASHIRO, M., 1982. *Informações sobre a ecologia de freijó-cinza (Cordia goeldiana, Huber)*. Belém. EMBRAPA-CPATU. Documentos, 14. 13pp.
- COTTERILL, P., 1986. *Breeding strategy: don't underestimate simplicity!* In: IUFRO Conference Proceedings. oct. 13-17. 1986, Williamsburg, Virginia-USA. 8-23p.
- GHILARD, E. & MAINIERI, C., 1964. Caracterização e aplicações das madeiras nacionais no estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*. 3(3):311-332.
- GRIFFIN, R., 1990. Effects on inbreeding on growth of forest trees and implications for management of seed supplies for plantation programmes. In: BAWA, K. S. & HADLEY, M. (eds.), *Reproductive ecology of tropical forest plants*. Unesco, Paris.
- GRUNMEIER, R., 1990. Pollination by bats and non-flying mammals of the African tree *Parkia bicolor* (Mimosaceae). In: GOTTSBERGER, G. & PRANCE, G. T. (eds.), *Reproductive biology and evolution of tropical woody Angiosperms*. Memoirs of the New York Botanical Garden, 55:83-104.
- HATTEMER, H. H., 1991. *Reproductive material as carrier of genetics information*. In: CONGRESSO FLORESTAL MUNDIAL, Paris, França. set. 17-26. 1991. PROCEEDINGS (Nº 5): 51-58.
- KAGEYAMA, P. Y., 1980. *Relatório de visita ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU*. EMBRAPA, Programa Nacional de Pesquisa Florestal - PNPFF. Período de 7-16 de julho de 1980. 16pp.
- KAGEYAMA, P. Y. & DIAS, I. S., 1985. *Aplicación de conceptos genéticos a espécies florestais nativas en Brasil*. Información sobre Recursos Genéticos Forestales 13:2-10.
- KAGEYAMA, P. Y., 1987. *Conservação "in situ" de recursos genéticos de plantas*. IPEF, Piracicaba, (35):7-37.
- KAGEYAMA, P. Y., 1990. Genetic structure of tropical tree species of Brazil. In: BAWA, K. S. & HADLEY, M. (eds.), *Reproductive ecology of tropical forest plants*. Unesco, Paris.
- KANASHIRO, M., 1982. *Melhoramento genético de freijó (Cordia goeldiana Huber)* Belém, EMBRAPA-CPATU. Documentos 15. 11pp.
- KANASHIRO, M., 1986. *Reproductive biology of Cordia goeldiana; a neotropical heterostylous species*. Tese de Mestrado. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina. USA. 60pp.
- KANASHIRO, M., 1991. *Some important biological issues affecting tropical rain forest silviculture*. Aprovado pela Comissão Técnica do 10º Congresso Florestal Mundial, Paris, 17-26 set. 91, não publicado. 8pp.
- KANASHIRO, M. & YARED, J. A. G., 1991. *Experiências com plantios florestais na Bacia Amazônica*. In: Simpósio Internacional "O desafio das florestas neotropicais". Anais. Curitiba, 7-12abr. 1991. 117-137p.
- LOVELESS, M. D. & HAMRICK, J. L., 1984. *Ecological determinants of genetic structure in plant populations*. Annual Review of Ecology and Systematics, 15:65-95.

- MARTINS, P. S., 1987. *Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação "in situ"*. IPEF, Piracicaba, (35): 71-78.
- MORITZ, A., 1984. *Estudos biológicos da floração e da frutificação da castanha-do-brasil (Bertholletia excelsa H. B. K.)*. Belém, EMBRAPA-CPATU. Documento, 29. 81p.
- MULLER, C. H., RODRIGUES, I. A., MULLER, A. A. & MULLER, N. R. M., 1980. *Castanha do brasil, Resultados de Pesquisa*. Belém. EMBRAPA-CPATU. Miscelânea. 2. 25p.
- MULLER, C. H., 1981. *Castanha-do-brasil; estudos agrônômicos*. Belém. EMBRAPA-CPATU. Documentos. 1. 25 p.
- NAMKOONG, G., BARNES, R. D. & BURLEY, J., 1980. A philosophy of breeding strategy for tropical forest trees. *Tropical Forestry Papers*, (Oxford, England) 16. 67p.
- NAMKOONG, G., 1986. Genetics and the forests of the future. *Unasylva* 38(152): 2-18.
- O'MALLEY, D. M., BUCKLEY, D. P., PRANCE, G. T. & BAWA, K. S., 1988. Genetics of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). 2. Mating system. *Theoretical Applied Genetics* 76:929-932.
- PITT, J., 1964. *Aplicação de métodos silviculturais a algumas florestas da Amazônia*. SUDAM, Departamento de Recursos Naturais. 245p.
- REIMANN, I., 1964. Aspectos silviculturais e industriais na fabricação de papel e celulose. *Silvicultura em São Paulo* 3(3): 389-405.
- SIMONS, A. J., 1991. *Report of a consultancy on forest genetics Brazil-UK Technical Cooperation Project: Evaluation of the Economic Potential of the Aromatic Plants of Pará*. Belém, 22 nov. - 15 dez. 32p.
- SUDAM, 1979. Pesquisas e informações sobre espécies florestais da Amazônia. Departamento de Recursos Naturais. Centro de Tecnologia Madeireira. 111p.
- VEIGA, A. A., 1964. O comportamento florestal das essências indígenas e folhosas exóticas. *Silvicultura em São Paulo* 3(3):257-280.
- VIANA, V. M., 1989. *Seed dispersal and gap regeneration: the case of three Amazonian trees species*. Tese de Doutorado. Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA. 270p.
- YARED, J. A. G., CARPANEZZI, A. A. & CARVALHO Fº, A. P., 1980. Ensaio de Espécies Florestais no Planalto do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU. *Boletim de Pesquisa*. 11. 21p.
- YARED, J. A. G. & CARPANEZZI, A. A., 1981. Conversão de capoeira alta da Amazônia em povoamento de produção madeireira: o método do "recrú" e espécies promissoras. Belém, EMBRAPA-CPATU. *Boletim de Pesquisa* 25. 27p.
- YARED, J. A. G., BRIENZA JR. S., CARVALHO, J. O. P. de, LOPES, J. C. do, AGUIAR, O. J. R. de, COSTA Fº, P. P. C., 1988. Silvicultura como atividade econômica na região Amazônica. In: GRAÇA, L. R. e HOEFELICH, V. A. (eds.), I Encontro Brasileiro de Economia Florestal, *Anais*. Curitiba, 23-27 de maio, 1988. 15-41p.
- YARED, J. A. G., 1989. *Determinação da variabilidade populacional de Cordia goeldiana, Bertholletia excelsa e Didymopanax morototoni*. Belém. EMBRAPA-CPATU. Relatório de Pesquisa. 22p.
- YARED, J. A. G., 1990. Silvicultura de algumas espécies nativas da Amazônia. In: 6º Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, SP. 22-27 set. 1990. *Anais*. Vol. 1 (Trab. Convidados). 119-122p.