

PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO  
DE *Eucalyptus* NO BRASIL

Antonio Rioyei Higa

Marcos Deon Vilela de Resende

Sonia Maria de Souza

Pesquisadores em Melhoramento Genético Florestal  
CNPFFlorestas - EMBRAPA

SUMMARY

Tree Improvement Program of *Eucalyptus* in Brazil.

Genetic improvement of *Eucalyptus* in Brazil has been conducted successfully for more than three decades. This paper describes the basic components of a tree improvement program with emphases on *Eucalyptus*. How to explore genotype x environment interaction, the enhancement of selection efficiency and the applications of inter- and intra-specific hybridization are discussed.

Key words: *Eucalyptus*, GxE interaction, selection, breeding, hybridization.

RESUMO

Melhoramento genético de *Eucalyptus* vem sendo realizado no Brasil por mais de três décadas com resultados bastante relevantes. Este trabalho apresenta, de forma resumida, os componentes de um programa de melhoramento genético para espécies florestais e analisa alguns aspectos dos programas de melhoramento genético de espécies do gênero *Eucalyptus*, atualmente conduzidos no Brasil, tais como a utilização da interação genótipo x ambiente, aumento da eficiência da seleção e hibridação inter e intraespecífica.

INTRODUÇÃO

*Eucalyptus* vem sendo utilizado para reflorestamento no Brasil por mais de três décadas. Aumentos relevantes de

produtividade foram obtidos com a adequação de espécies às diferentes regiões do país. Contribuíram, para este processo, o Programa de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF), a Sociedade de Investigações Florestais (SIF), o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), o Instituto Florestal de São Paulo (IFSP), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), as universidades e várias empresas privadas de reflorestamento. Entretanto, maiores produtividades podem e estão sendo obtidas pela manipulação genética de espécies adequadas a cada condição ambiental.

Este trabalho apresenta, de forma resumida, os componentes básicos de um programa de melhoramento genético de espécies florestais e analisa os aspectos relevantes dos programas de melhoramento genético de Eucalyptus atualmente conduzidos no Brasil.

#### COMPONENTES DE UM PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO

Os programas de melhoramento genético, em geral, envolvem sucessivos ciclos (gerações) compostos de um conjunto de atividades e tipos de populações (Figura 1) e visam o aumento de produtividade por unidade de área. A população, na forma expandida, é normalmente denominada de População Base (PB) e a população concentrada de População de Cruzamento (PC). Estas consistem de grupos de indivíduos, selecionados ou não que servem a diferentes funções no programa, podendo ou não serem fisicamente distintas.

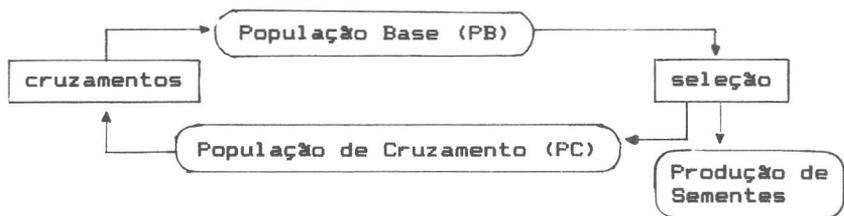


Figura 1. Fluxograma de um programa de melhoramento genético de espécies florestais (adaptado de WHITE 1987).

O melhorista florestal atua na seleção de indivíduos na PB para constituir a PC e no controle dos cruzamentos entre indivíduos da PC para originar uma nova PB (Figura 1). Existem diferentes métodos de seleção e tipos ou delineamentos de cruzamento a serem usados nesse ciclo. As combinações dessas

alternativas são chamadas estratégias de melhoramento.

A estratégia de melhoramento mais adequada depende, fundamentalmente, das propriedades genéticas das populações utilizadas. Consequentemente, é crucial avaliar a variabilidade devido a: a) origem das sementes; b) capacidade geral e específica de combinação; c) interação genótipo x ambiente; d) correlação juvenil-adulto e e) correlação entre diferentes características. Estimativas destes parâmetros são usadas para determinar o tamanho e a localização das zonas de melhoramento, os tipos de cruzamentos, o número de testes necessário e o processo de seleção mais efetivo para se atingir o máximo de ganho genético.

Não existe uma estratégia que possa ser recomendada, indistintamente, para todos os programas de melhoramento. A escolha depende de uma série de fatores. HEAMAN (1987), por exemplo, cita: a) limitações biológicas da espécie; b) custos para executar os cruzamentos, selecionar e testar; c) disponibilidade de recursos materiais e de pessoal especializado; d) prioridade do programa e níveis de suporte; e) escala de grandeza do programa e cronograma de atividades; f) histórico do programa até a data; g) pontos fracos e fortes do tipo de seleção e delineamento de cruzamento escolhido. As duas principais áreas de atuação do melhorista florestal que determinam a estratégia serão discutidas a seguir.

## S e l e ç ã o

Existem dois pontos básicos a serem considerados na seleção de árvores superiores. O primeiro refere-se à adaptabilidade do material genético, isto é, a capacidade do indivíduo sobreviver, crescer e reproduzir nas condições ambientais do local de introdução. Influem, nesse caso, a qualidade do solo, fatores climáticos como as variações nas ocorrências e intensidades de geadas, déficit ou excesso de chuva, ventos e fatores bióticos, tais como pragas e doenças. O segundo ponto é relacionado com a produção quantitativa e qualitativa da madeira. Sob o ponto de vista econômico, é de interesse que o material genético selecionado seja de rápido crescimento e que produza madeira de qualidade que atenda a uma ou várias finalidades.

O conceito de melhoramento genético de espécies florestais, para várias finalidades ou uso múltiplo, foi usado no Brasil até a década de 70. Até então não existia uma definição do padrão ideal de qualidade de madeira para cada fim específico e a seleção de árvores superiores para produção de sementes era baseada principalmente em crescimento, forma e vigor. Assim, considerava-se que árvores com melhor forma, vigor e crescimento atendiam a todas as finalidades, difundindo a filosofia da seleção para usos múltiplos.

O uso generalizado desse conceito, no entanto, está sendo revisto em vários programas de melhoramento, diante da disponibilidade de resultados mais recentes de pesquisa. Esses tem mostrado que indivíduos de crescimento mais rápido nem sempre produzem madeira de melhor qualidade. Por exemplo, estimativas de correlações genéticas entre as características de crescimento e a densidade da madeira têm sido não significativas (MORAES 1987 para *E. grandis*) e negativas (DEAN et al. 1983 para *Pinus radiata*). Nesse último caso, a seleção de árvores de maior crescimento poderá reduzir a densidade básica da madeira, dificultando o melhoramento simultâneo dessas duas características. Em resumo, é extremamente importante que os critérios e as intensidades de seleção sejam definidas após a determinação dos parâmetros genéticos como a herdabilidade, as correlações genéticas entre variáveis consideradas e a magnitude da interação genótipo x ambiente.

O método de seleção mais usado, atualmente, no Brasil, em espécies florestais, é o método denominado "níveis independentes de seleção". Esse é baseado no estabelecimento de um nível mínimo para cada característica e todos os indivíduos abaixo desse nível são descartados, sem considerar a sua superioridade ou inferioridade em outras características. O método é indicado para o caso em que as correlações genéticas entre as características de interesse para a seleção sejam significativas e positivas.

Tem-se verificado, no entanto, uma tendência de se usar o método "índice combinado de seleção" nos programas de melhoramento mais avançados. Esse método é baseado em índices calculados para cada indivíduo, combinando os seus valores e de sua família para as características consideradas. Existem várias opções para construção do "índice combinado". Normalmente, o índice baseia-se em "pesos" diferenciados para cada característica avaliada, de acordo com a sua importância econômica, e em estimativas de parâmetros genéticos (herdabilidade e correlação entre caracteres).

Outra decisão importante, nessa fase, está relacionada ao número e agrupamento de indivíduos superiores na "População Selecionada" a ser formada. Normalmente, o número de indivíduos selecionados necessário para o estabelecimento de um programa de melhoramento é elevado. Deve-se salientar as diferenças entre: a) número de indivíduos necessário para representar uma procedência (população) em um programa de melhoramento genético; b) número mínimo de indivíduos selecionados necessário para compor uma População Selecionada, que será a base de um programa de melhoramento; e c) número de indivíduos necessário para conservar a variação genética de uma população. O número de plantas necessárias para representar uma procedência, em um programa de melhoramento genético, deve ser de no mínimo 20 conforme RESENDE e VENCOSKY (1970), sendo que as árvores amostradas devem ser não aparentadas e representadas por 100 ou mais indivíduos por família. Já a recomendação do número de indivíduos na população

selecionada varia de no mínimo 200 indivíduos não aparentados (BURDON e SHELBOURNE 1971) a 400 (McKEAND e BEINEKE 1980). COTTERILL (1986) considera que 300 indivíduos superiores seja um número suficiente para o programa de melhoramento de Pinus radiata na Austrália. Já para conservação a longo prazo da variabilidade genética dentro de uma população, a amostragem dependeria da grandeza da variabilidade dentro de cada população. Segundo KAGEYAMA (1987), o cálculo técnico desse número tem variado conforme os autores consultados, desde 200 até 10.000 indivíduos não aparentados para espécies arbóreas.

As árvores selecionadas, dependendo da magnitude da interação genótipo x ambiente, podem, por sua vez, ser agrupadas em uma única população ou em várias sub-populações, para seleção e cruzamento entre indivíduos em um programa de melhoramento. O uso de sub-populações tem sido sugerido para assegurar a manutenção de uma base genética adequada a longo prazo e possibilitar a adequação a novos critérios de seleção no futuro.

Existem duas formas usadas com espécies florestais para distribuição das árvores selecionadas em sub-populações: as "multi-populações" e as "sublinhas". O conceito de "multi-populações" é recomendado nos casos de alta interação genótipo x ambiente e prevê que a população selecionada global seja dividida em sub-populações, sem restrições quanto ao grau de parentesco entre os indivíduos de uma sub-população com os de outra. Neste caso, a seleção é feita para as condições e necessidades de cada local. Assim, cada sub-população poderá ser sujeita a um critério de seleção distinta, incluindo diferentes pressões ambientais seletivas ou seleção para diferentes finalidades. Isso implica no desenvolvimento de "sub-programas de melhoramento" que, em conjunto, constituem o "programa de melhoramento da espécie". De acordo com BURDON e NAMKOONG (1983), as "multi-populações" devem, no conjunto, ampliar ou pelo menos manter a variabilidade genética da População Base inicial e poderão ser inter cruzadas no futuro para se obter recombinantes.

As "sub-linhas" são recomendadas para casos em que a interação genótipo x ambiente é de baixa magnitude. A população selecionada global é dividida em várias sub-populações com as seguintes características, de acordo com BURDON e NAMKOONG (1983): a) cada sub-população difere da outra apenas devido ao erro de amostragem genética ou casual; b) a menos que especificado, as sub-populações permanecem estritamente não aparentadas, exceto devido ao efeito de ancestrais comuns na amostragem casualizada em grandes populações bases e c) as sub-populações são abertas.

Existem vantagens no uso de "sub-linhas", conforme relatado por McKEAND e BEINEKE (1980): a) a "sub-linha" é um sistema flexível, podendo ser usada com quase todos os tipos de cruzamento; b) é uma solução prática e eficiente para evitar possíveis cruzamentos entre indivíduos aparentados nos pomares de semente quando o pedigree dos pais não é possível de ser

controlado (controle completo dos ancestrais só é possível quando se usa polinização controlada); c) permite adicionar novo material genético nas "sub-linhas" existentes ou a criação de novas "sub-linhas"; d) a divisão da População Seleccionada em "sub-linhas" pode ser abandonada a qualquer momento, simplesmente pelo cruzamento entre indivíduos das diferentes "sub-linhas".

O nível de endogamia cresce mais rapidamente dentro de cada sub-linha, do que numa única população seleccionada (McKEAND e BEINEKE 1980). No entanto, como apenas o melhor indivíduo de cada sub-linha é incluído no pomar de semente, esses autores consideram que o nível de endogamia nas sementes produzidas nesse pomar não será maior do que aquele verificado em pomares de semente de polinização aberta.

### C r u z a m e n t o s

A escolha do tipo ou delineamento de cruzamento para formar a nova população base é o segundo processo importante em que o melhorista pode atuar em um programa de melhoramento. Os cruzamentos em espécies florestais podem ser de polinização aberta ou de polinização controlada. Os cruzamentos controlados podem ser efetuados: a) usando mistura de pólen (policross); b) em pares simples; c) hierárquicos (NC-I); d) fatorial (NC-II); e) em dialélio.

Vários tipos de cruzamento controlados têm sido propostos e usados na geração de indivíduos para seleção em programas de melhoramento de gerações avançadas. Por exemplo, o cruzamento em pares simples (LIBBY 1968), o policross e o hierárquico ou N.C. State Design I (BURDON e SHELBOURNE 1971) e as variações do cruzamento dialélico (ZOBEL 1971), cada um permitindo uma intensidade de seleção razoavelmente alta mas mantendo um tamanho de população grande suficiente para prevenir altos níveis de endogamia em gerações futuras. TALBERT (1979) reviu os sistemas de cruzamento propostos para espécies florestais e concluiu que não há um consenso sobre um esquema de cruzamento ideal para todos os programas de melhoramento de espécies florestais. Segundo o autor, o problema é que o mesmo teste é geralmente usado para atender uma série de objetivos simultaneamente. Esses podem ser agrupados em: a) indicar o valor genético dos pais; b) estimar parâmetros genéticos; c) demonstrar o ganho genético realizado; d) produzir a população base para selecionar a próxima geração. É importante portanto, que o objetivo principal do teste de progênie seja bem definido. Com relação a este aspecto, HEAMAN (1987) relaciona o tipo de cruzamento mais adequado de acordo com a principal função do teste de progênie (Tabela 1). No caso do programa de melhoramento da cooperativa da North Carolina State University (NCSU), o principal objetivo dos cruzamentos controlados é criar populações base para seleção, embora alguma ênfase seja dada para outros objetivos como a indicação do valor genético dos pais, para eliminar as famílias geneticamente

inferiores (TALBERT 1979).

Tabela 1. Relação entre tipo de cruzamento e principal função do teste de progênie, de acordo com HEAMAN (1987).

Tipo de Cruzamento	Principal Função
Polinização aberta	teste
Mistura de pólen	teste
Pares simples	seleção
Hierárquico	múltipla
Fatorial	teste, parâmetros
Fatorial independente	seleção
Dialélico	múltiplo
Dialélico desconectado modificado	seleção, parâmetros
Dialélico parcial	múltiplo

#### PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE EUCALIPTOS ATUALMENTE CONDUZIDOS NO BRAZIL

##### I n t e r a ç ã o   G e n ó t i p o   x   A m b i e n t e

A presença de interação genótipo x ambiente pode levar a escolha de genótipos de baixa produtividade para um determinado local, complicar decisões com respeito a formação da população de cruzamento e escolha da estratégia adequada de melhoramento. Em casos de interação de alta magnitude o melhorista deve segundo SHELBOURNE (1972): a) dividir a área de abrangência em zonas de melhoramento e conduzir programas específicos para cada zona (sub-populações) ou b) selecionar genótipos estáveis, visando ao desenvolvimento de populações adaptadas a todas as áreas.

Até recentemente, os programas de melhoramento genético de Eucalyptus no Brasil vêm sendo desenvolvidos, visando à seleção de material adaptado a condições específicas de empresas. Em 1985, o CNPFlorestas/EMBRAPA, através de um convênio com 29 empresas privadas, universidades e instituições de pesquisa, iniciou um programa de melhoramento e conservação genética, em âmbito nacional, de 12 espécies do gênero Eucalyptus. Um total de 224 experimentos (testes de progênie e bancos de conservação) foram instalados em diferentes condições ecológicas do país visando, entre outros objetivos determinar a magnitude da interação genótipo x ambiente e estimar parâmetros genéticos (herdabilidade, correlação genética etc.). Resultados parciais (3 anos) com E. cloeziana indicaram que, para o melhoramento genético desta espécie, nos locais avaliados, será necessário

dividir a área em zonas de melhoramento (SOUZA et al. 1970). Os mesmos autores indicaram que existe uma considerável variabilidade genética para altura e diâmetro, indicando excelentes possibilidades para efetivas seleções.

### E f i c i ê n c i a d a s e l e ç ã o

O melhoramento de populações de forma eficiente é o ponto fundamental para a produção contínua de sementes melhoradas. Esse melhoramento populacional é conseguido através de métodos de seleção, que visam ao aumento da frequência de genes favoráveis. Assim, diferentes métodos de seleção possibilitam diferentes graus de melhoramento, em função de suas eficiências, as quais dependem de uma série de fatores.

Os programas de melhoramento genético de eucaliptos têm procurado, recentemente, conseguir maior eficiência possível na seleção. Entende-se por eficiência, o progresso genético obtido por unidade de tempo que, para as plantas, em geral, corresponde ao período de um ano. De maneira geral, pode-se estimar o progresso esperado em um caráter por ano, através de seleção, pela expressão:

$$G_s = \frac{c k \sigma^2_a}{y \sigma_p} \quad \text{onde,}$$

- $G_s$  = Ganho genético por ano;  
 $c$  = Grau de controle parental;  
 $k$  = Diferencial de seleção estandardizado, função da intensidade de seleção;  
 $y$  = número de anos requerido para completar um ciclo de seleção;  
 $\sigma^2_a$  = Variância genética aditiva;  
 $\sigma_p$  = Desvio padrão fenotípico.

Essa expressão indica os fatores responsáveis pela eficiência, os quais podem ser alterados pelos melhoristas. Tais fatores são discutidos a seguir.

### Intensidade de Seleção

Existia, até recentemente, no Brasil, a tendência de adotar intensidades de seleção muito brandas, como forma de evitar a restrição da base genética das populações nos ciclos subsequentes. Entretanto, conforme estudos desenvolvidos por PEREIRA e VENCOSKY (1988), intensidades de seleção muito brandas podem comprometer ou retardar a obtenção do teto seletivo, por prejudicar o progresso genético imediato, isto é, aquele obtido em um determinado ciclo pela exploração da variabilidade genética livre. Assim, a tendência atual é praticar intensidades de seleção mais altas, desde que as herdabilidades se apresentem de magnitudes relativamente altas e as precisões experimentais boas.

Estimativas do tamanho efetivo populacional associado a cada intensidade de seleção têm sido, também, usadas para indicar uma intensidade que promova um progresso genético adequado, sem restringir a base genética das populações resultantes (RESENDE e VENCOSKY 1970).

#### Variância Genética Aditiva

A seleção será mais eficiente quanto maior for a variabilidade genética quantificada pela estimativa da variância genética aditiva. Nesse sentido, pode-se aumentar a eficiência da seleção utilizando-se populações com ampla base genética ou sintetizando populações com grande variabilidade genética. Sob esse aspecto, o programa de melhoramento genético florestal, no Brasil, especificamente o do gênero Eucalyptus, apresentou um grande avanço com a re-introdução de várias espécies adequadamente amostradas na origem (SILVEIRA 1986). Com relação às populações sintéticas, têm sido traçados planos para a obtenção de compostos com médias altas e ampla variabilidade genética, a partir de material genético selecionado, principalmente híbridos (RESENDE e HIGA 1990).

#### Contrôle parental

O aproveitamento da variância genética aditiva depende, em grande parte, do método de melhoramento empregado, já que cada um deles permite um determinando controle parental. Métodos de melhoramento baseados em progênies de polinização controlada (por exemplo, autofecundação e irmãos germanos) são mais eficientes do que aqueles baseados em polinização aberta (progênies de meios-irmãos), já que aqueles utilizam-se de maior variabilidade genética do que esses. Em virtude de dificuldades inerentes à técnica de polinização controlada, os programas do Brasil têm sido baseados unicamente na avaliação de progênies de polinização aberta. Recentemente, estudos têm sido intensificados visando ao aprimoramento da técnica de polinização controlada bem como o manejo e armazenamento adequados do pólen (SQUISA 1987).

#### Desvio padrão fenotípico

O desvio padrão fenotípico é um dos fatores inversamente proporcionais ao progresso genético. No entanto, o melhorista poderá alterar o desvio padrão fenotípico através do aperfeiçoamento das técnicas experimentais e do aumento da precisão na avaliação dos genótipos, o que resulta na diminuição da variância ambiental.

O emprego de maior número de repetições na avaliação dos genótipos contribui para o aumento da precisão. Entretanto esse aumento é assintótico e resulta em pouco ganho em precisão a partir de um determinado número (EBERHART 1970). O número de plantas por parcela também afeta a variância fenotípica, sendo

que parcelas maiores tendem a oferecer maior precisão. Estudos de tamanho de parcela para experimentos florestais conduzidos no Brasil (PIMENTEL GOMES 1984; PIMENTEL GOMES e COUTO 1985) tem mostrado que parcelas de 3 árvores são ideais. Entretanto, estudos específicos para melhoramento, que inter-relacionem o número de repetições e o tamanho de parcela, visando aumentar a eficiência do processo seletivo, têm sido escassos.

#### Intervalo de tempo entre gerações

Intervalos entre os ciclos de seleção são importantes quando se considera o ganho genético por unidade de tempo. Assim, a seleção precoce é fundamental na área florestal e tem sido objeto de estudos detalhados. KAGEYAMA (1983) constatou que os coeficientes de correlação genética entre idades para *E. grandis* tenderam a diminuir com o aumento da distância entre idades, com uma clara distinção entre a idade de 1 ano, com as de 2 e 5 anos. A seleção precoce simulada das melhores progênies a uma idade mais jovem, com aferição do ganho em uma idade posterior, revelou superioridade para a seleção aos 2 anos em relação à idade de 1 ano.

A seleção precoce a nível de viveiro, envolvendo caracteres morfológicos (sistema radicular e parte aérea), fisiológicos e de crescimento, vem recebendo atenção dos pesquisadores com o intuito de viabilizar a seleção através de um índice, nessa fase (HIGA et al. 1990).

Apesar do melhorista florestal estar frequentemente interessado em vários caracteres, simultaneamente, as estimativas da eficiência da seleção publicadas, no Brasil, têm sido baseadas em caracteres individuais (KAGEYAMA 1980; PINTO JR. 1986 e MORAES 1987). Com o recente aumento da disponibilidade de recursos computacionais, estudos relativos a índices de seleção, que avaliam o indivíduo com base no conjunto dos caracteres desejados, têm sido intensificados e a sua aplicação iniciada (RESENDE e OLIVEIRA 1990; OLIVEIRA et al. 1990).

Com relação aos índices, são particularmente importantes aqueles que permitem a seleção de indivíduos superiores, levando em consideração as informações referentes a todos os caracteres avaliados no indivíduo e na família a que o mesmo pertence.

Para a aplicação desses índices, torna-se necessária a estimação e estudos de parâmetros genéticos, mais especificamente as herdabilidades e correlações genéticas e fenotípicas, como os que vêm sendo desenvolvidos no CNPF/EMBRAPA (SOUZA et al. 1990).

#### H i b r i d a ç ã o

A existência de considerável divergência genética entre

espécies e entre procedências dentro de espécies de Eucalyptus (DAVIDSON 1973), aliada à dominância gênica, associada à manifestação de determinados caracteres, estimula a realização de hibridações visando à seleção de materiais heteróticos em produtividade.

A utilização de híbridos tem, também, o seu papel, na exploração de áreas marginais, onde a reunião de características de duas espécies possibilita a obtenção de tipos que se adaptam bem a essas áreas. Nesse enfoque, são particularmente importantes os cruzamentos corretivos, onde se procura combinar características favoráveis de duas espécies, visando obter o máximo de produtividade em determinadas condições ecológicas.

#### Híbridos inter-específicos

No Brasil, a hibridação entre espécies e posterior seleção clonal de híbridos superiores nas progênes, tem sido uma prática comum no melhoramento genético de Eucalyptus sp. (ASSIS 1986 e 1987; MARTINS e IKEMORI 1987). No entanto, aparentemente não tem sido adotado um processo visando ao melhoramento contínuo dos híbridos no decorrer das gerações. Esse melhoramento contínuo pode ser conseguido através de seleções recorrentes intrapopulacionais ou interpopulacionais. Dentre esses métodos, na maioria das vezes, a seleção recorrente interpopulacional tende a ser mais eficiente, por utilizar tanto a capacidade geral quanto a capacidade específica de combinação (SOUZA JUNIOR 1987). Nesse sentido, RESENDE e HIGA (1990), propuseram um novo método, visando à seleção de híbridos, o qual fundamenta-se na seleção recorrente recíproca, através da qual híbridos interespecíficos superiores são gerados a cada ciclo de seleção. Atualmente esse método vem sendo aplicado em programas de melhoramento genético de Eucalyptus no Brasil e deverá trazer retornos consideráveis.

A maioria dos programas de hibridação no Brasil caracteriza-se pelo não aproveitamento de indivíduos superiores gerados, para melhoramento futuro, constituindo-se estes em um fim de linha. Assim, o progresso genético capitalizado nesses indivíduos através do aumento da frequência de alelos favoráveis não é utilizado ou repassado para o melhoramento de outras populações. COTTERILL et al. (1984) tem alertado para esse aspecto, enfatizando que indivíduos superiores devem contribuir com seus genes para o melhoramento presente (material melhorado para plantio comercial) e também para o melhoramento futuro (utilização em cruzamentos). RESENDE e HIGA (1990) propõem que os híbridos superiores gerados no processo seletivo sejam reunidos na forma de compostos, de maneira a produzir populações com médias provavelmente altas e com ampla variabilidade genética para uso em novos programas de seleção.

Para a perfeita implementação dos programas de hibridação, são essenciais os estudos na área de manejo e conservação de pólen. Estes vêm sendo realizados por SOUSA (1986), SOUSA (1987)

e BORGES et al. (1987) com resultados promissores.

### Híbridos intra-específicos

Atualmente, pouco tem sido feito em termos de hibridação intra-específica de *Eucalyptus* no Brasil. Assim, a divergência genética existente entre procedências dentro das espécies tem sido subutilizada. Isso pode ser atribuído, provavelmente, à falta de dados experimentais comprovando a potencialidade desse tipo de híbrido.

No caso de híbridos intra-específicos, o padrão heterótico está definido a nível de procedências. Isto implica numa criteriosa escolha de pares de procedências a partir das quais são gerados os híbridos através de cruzamentos entre indivíduos superiores de cada procedência. A seleção dos pares de procedências deve basear-se na máxima divergência entre elas. Um programa de híbridos intra-específicos exige, portanto, a manutenção da individualidade das procedências como forma de preservar a divergência genética.

Recentemente, foi proposta uma metodologia visando à seleção e utilização de híbridos intraespecíficos (RESENDE e HIGA 1990). Esta metodologia baseia-se na determinação de pares de procedências com maior divergência genética, utilizando-se de estatísticas multivariadas e no melhoramento das populações parentais (procedências selecionadas) através de seleção recorrente intrapopulacional, como forma de gerar híbridos superiores a cada ciclo. A utilização de tal metodologia poderá contribuir significativamente para avanços na área de híbridos intraespecíficos.

### LITERATURA CITADA

- ASSIS, F. T. 1986 - Cultura do eucalipto: Melhoramento Genético do Eucalipto. Informe Agropecuario, vol.141, pg.36-46.
- ASSIS, F. T. 1987 - Produção de híbridos interespecíficos em *Eucalyptus* spp. In: Reunião sobre Técnicas para Produção de Híbridos, Piracicaba, Anais. Piracicaba, IPEF, pg.2-5.
- BORGES, C. P.; SILVA, A. A. e FERREIRA, M. 1973 - Estudos preliminares sobre conservação do polem de *Eucalyptus* spp. IPEF, Piracicaba, vol.6, pg.3-32.
- BURDON, D. e SHELBOURNE, G. J. A. 1971 - Breeding Populations for Recurrent Selection - Conflicts and Possible Solutions. New Zealand Journal of Forest Science, vol.1, pg.174-193.
- BURDON, D e NAMKOONG, G. 1983 - Short Note: Multiple populations

- and sublimes. Silvae Genetica, vol.32, nr.5-6, pg.223-224.
- COTTERILL, P. P. 1986 - Genetic gains expected from alternative breeding strategies including simple low cost options. Silvae Genetica, vol.35, nr.5-6, pg.212-223.
- COTTERILL, P. P.; DEAN, C. A. e VAN WYK, G. 1987 - Additive and dominance genetic effects in Pinus pinaster, P. radiata and P. elliottii and some implications for breeding strategy. Silvae Genetica, vol.36, pg.221-32.
- DAVIDSON, J. 1973 - Natural variation in Eucalyptus deglupta and it's effects on choice of criteria for selection in a tree improvement programme. Papua Tropical Forestry Research, Tropical Forestry Research Note, vol.SR2, 9pg.
- DEAN, C. A., COTTERILL, P. P. e CAMERON, J. N. 1983 - Genetic parameters and gains expected from multiple trait selection of radiata pine in eastern Australia. Australian Forest Research, vol.13, pg.271-78.
- EBERHART, S. A. 1970 - Factors affecting efficiencies of breeding methods. Soils Africans, vol.15, pg.669-680.
- HEAMAN, J. C. 1987 - Some factors influencing choice of mating design for practical tree improvement. IN: Proceedings of the 21th. Meeting of the Canadian Tree Improvement Association. Truro, Nova Scotia, August 17-21, pg.117-133.
- HIGA, R. C. V.; SOUZA, S. M. de; SILVA, H. D. da e LIMA FILHO, M. P. 1990 - Predição indireta de valores genéticos na idade adulta usando informações de casa de vegetação para Eucalyptus spp. Projeto de Pesquisa apresentado ao PNP/EMBRAPA, Curitiba, 7pg.
- KAGEYAMA, P. Y. 1980 - Variação genética em uma população de Eucalyptus grandis (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ/USP. 125 pg. (Tese de doutoramento).
- KAGEYAMA, P. Y. 1983 - Seleção precoce a diferentes idades em progênies de Eucalyptus grandis (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ/USP. 147 pg. (Tese de Livre Docência).
- KAGEYAMA, P. Y. 1987 - Conservação "in situ" de recursos genéticos de plantas. IPEF, vo.35, pg.7-37.
- LIBBY, W. J. 1968 - Mating designs for second generation selection in forest trees. In: Western Forest Genetics Association Meeting, Corvallis, pg.11.
- MARTINS, F. C. G. e IKEMORI, Y. K. 1987 - Produção de híbridos de eucalipto na Aracruz. In: Reunião sobre Técnicas para Produção de Híbridos, Anais, Piracicaba, IPEF. pg.48-62.

- McKEAND, S. e BEINEKE, F. 1980 - Sublining for half-sib breeding populations of forest trees. Silvae Genetica, vol.29, nr.1, pg.14-17.
- MORAES, M. L. T. de. 1987 - Variação genética da densidade básica da madeira em progenies de Eucalyptus grandis Hill ex-Maiden e suas relações com as características de crescimento. Piracicaba, ESALQ/USP. 115 pg. (Tese de Mestrado).
- OLIVEIRA, E., B; RESENDE, M. D. V. de; HIGA, A. R. e DAIDA, G. R. P. 1990 - PAGIS - Programa para Análise Genética de Índice de Seleção em Experimentos Florestais. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, 16 pg (no prelo).
- PEREIRA: M. B. e VENCOSKY, R. 1988 - Limites da seleção recorrente. I: Fatores que afetam o acréscimo das frequências alélicas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol.23, nr.7, pg.769-780.
- PIMENTEL GOMES, F. 1984 - O problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol.19, nr.12, pg.1507-12.
- PIMENTEL GOMES, F. e COUTO, H. T. Z. 1985 - O tamanho ótimo de parcela experimental para ensaios com eucaliptos. IPEF, vol.31, pg.75-77.
- PINTO JR.; J. E. 1984 - Variabilidade genética em progênies de uma população de Eucalyptus urophylla S. T. Blake da Ilha Flores-Indonésia. Piracicaba, ESALQ/USP. 166pg. (Tese de Mestrado).
- RESENDE, M. D. V. e HIGA, A. R. 1990 - Estratégias de melhoramento para Eucalyptus visando a seleção de híbridos. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, 11 pg. (no prelo)
- RESENDE, M. D. V. e OLIVEIRA, E. B. 1990 - Utilização de índices de seleção no melhoramento de Eucalyptus. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, 13 pg. (no prelo).
- RESENDE, M. D. V. e VENCOSKY, R. 1990 - Condução e utilização de bancos de conservação genética de espécies de Eucalyptus. In: VI Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, 11 pg. (no prelo).
- SHELBOURNE, G. J. A. 1972 - Genotype-environment interaction: Its study and its implication in forest tree improvement. In: IUFRO GENETICS-SARAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo. Anais, Tokyo, pg.B-1(I),1-B-1(I),28.
- SILVEIRA, R. A. 1986 - Conservação Genética "ex situ" de Populações de Espécies de Eucalyptus. Silvicultura, vol.41, pg.89-94.

- SOUSA, V. A. 1987 - Manejo de polem para hibridação. In: Reunião sobre Técnica para Produção de Híbridos. Anais, Piracicaba, IPEF. pg.48-67.
- SOUSA, V. A. 1988 - Manejo e viabilidade do polem de Eucalyptus spp. Piracicaba, ESALQ/USP. 155 pg. (Tese de Mestrado).
- SOUZA JR., C. L. 1987 - Reciprocal recurrent selection with half-sib progenies obtained alternately from non-inbred (S1) plants in maize. Maydica, vol.32, pg.19-31.
- SOUZA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, H. D. E HIGA, A. R. 1990 - Variabilidade genética e interação genótipo x ambiente envolvendo procedências de E. cloeziana em diferentes regiões do Brasil. Revista Arvore, 17 pg. (no prelo).
- TALBERT, J. T. 1979 - An advanced generation breeding plan for the North Carolina State University pine tree improvement cooperative. Silvae Genetica, vol.28, pg.72-75.
- WHITE, T. 1987 - A conceptual framework for tree improvement programs. New Forest, vol.4, pg.325-342.
- ZOBEL, B. J. 1971 - The genetic improvement of southern pines. Scientific American, vol.225, nr.5, pg.94-103.