

DOCUMENTOS  
URPFCS – NÚMERO 11

AGOSTO 1982



**PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS DE PROGÊNIES DE  
ESSÊNCIAS FLORESTAIS**

JARBAS YUKIO SHIMIZU  
PAULO YOSHIO KAGEYAMA  
ANTONIO RIOYEI HIGA

EMBRAPA  
UNIDADE REGIONAL DE PESQUISA FLORESTAL CENTRO-SUL  
CURITIBA, PR

## COMITÉ DE PUBLICAÇÃO

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| ANTONIO RIOYEI HIGA         | — Presidente |
| ANTONIO APARECIDO CARPANEZI | — Membro     |
| ARNALDO BIANCHETTI          | — Membro     |
| CARMEN LUCIA CASSILHA       | — Membro     |
| JOSÉ NOGUEIRA JUNIOR        | — Membro     |
| SERGIO AHRENS               | — Membro     |

UNIDADE REGIONAL DE PESQUISA FLORESTAL CENTRO-SUL  
CAIXA POSTAL, 3319  
80.000 – CURITIBA – PR

Shimizu, Jarbas Yukio

Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais por Jarbas Yukio Shimizu, Paulo Yoshio Kageyama e Antonio Rioyei Higa. Curitiba, EMBRAPA/URPFCS, 1982.

p. 33 (EMBRAPA–URPFCS. Documentos, 11)

1. Essências florestais – Teste de progênie. I. Kageyama, Paulo Yoshio. II. Higa, Antonio Rioyei. III. Título. IV. Série.

## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho faz parte de uma série elaborada pelo Grupo Permanente de Trabalho em Melhoramento Genético Florestal (G.P.T.M.G.F.) contendo proposições à comunidade científica do setor florestal brasileiro, visando o maior rigor e eficiência da pesquisa nessa área.

O Grupo é formado por especialistas em Melhoramento Genético Florestal, representando as instituições que atuam nessa linha de pesquisa no Brasil.

Esta proposição foi baseada no documento inicial "Procedimentos e Recomendações para Estudos de Progênies de Essências Florestais", coordenado por Jarbas Yukio Shimizu, Paulo Yoshio Kageyama e Antonio Riroyei Higa, e recebeu a contribuição dos componentes do G.P.T.M.G.F.

Registre-se o apoio financeiro do FINEP que tornou possível esta publicação.

Brasília, agosto de 1982.

A. PAULO MENDES GALVÃO  
Coordenador do Programa Nacional  
de Pesquisa Florestal

## SUMÁRIO

|  | Página |
|--|--------|
| RESUMO/ABSTRACT .....  | 7      |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 8      |
| 2. JUSTIFICATIVAS .....  | 9      |
| 3. OBJETIVOS .....   | 10     |
| 4. ESTRATÉGIAS .....   | 10     |
| 4.1. Conservação genética "ex-situ" .....  | 10     |
| 4.2. Melhoramento genético .....   | 12     |
| 4.2.1. Testes de progênie de polinização livre (meio-irmãos) .....                             | 12     |
| 4.2.2. Teste de progênie por policross (meio-irmãos) .....                                     | 12     |
| 4.2.3. Teste de progênie de polinização controlada (irmãos germanos) .....                     | 12     |
| 5. MEDIDAS RECOMENDADAS PARA A REALIZAÇÃO DO TESTE DE PROGÊNIE SOB DIFERENTES ASPECTOS .....   | 14     |
| 5.1. Teste de progênie para conservação genética .....   | 14     |
| 5.1.1. População base inicial (PB <sub>0</sub> ) .....   | 14     |
| 5.1.2. Amostragem da população .....   | 14     |
| 5.1.3. Coleta de sementes da população inicial .....   | 15     |
| 5.1.4. Quantidade de sementes .....  | 15     |
| 5.1.5. Testes de progênies .....   | 15     |
| 5.1.6. Coleta de sementes do teste de progênie .....   | 15     |
| 5.1.7. População base (PB <sub>2</sub> ) .....   | 16     |
| 5.2. Testes de progênies para melhoramento genético .....                                      | 16     |
| 5.2.1. Seleção .....   | 16     |
| 5.2.2. Teste de progênie de polinização livre nas populações iniciais (PB <sub>0</sub> ) ..... | 16     |
| 5.2.3. Formação de pomares por mudas .....   | 17     |
| 5.2.4. Formação de pomares de sementes clonais não testados .....                              | 17     |
| 5.2.5. Teste de progênie de polinização livre no pomar clonal .....                            | 17     |
| 5.2.6. Teste de progênie de polinização controlada .....                                       | 17     |
| a) Delineamento de cruzamento hierárquico (NC <sub>1</sub> ) .....                             | 17     |
| b) Delineamento de cruzamento fatorial ou de testadores (NC <sub>11</sub> ) .....              | 18     |
| c) Delineamento de cruzamento dialélico completo .....   | 18     |
| d) Delineamento de cruzamento meio-dialélico .....   | 19     |
| e) Delineamento de cruzamento dialélico parcial .....  | 19     |
| f) Delineamento de cruzamento dialélico desconexo .....  | 20     |
| g) Outros delineamentos .....  | 20     |
| 5.3. Considerações sobre parâmetros genéticos .....  | 21     |
| REFERÊNCIAS .....  | 23     |
| ANEXO 1. Proposições de metodologia conforme as diferentes estratégias e fases do teste .....  | 24     |
| ANEXO 2. Critérios de seleção de árvores matrizes .....  | 32     |
| ANEXO 3. Informações básicas para a identificação do material selecionado .....                | 33     |

# GRUPO PERMANENTE DE TRABALHO EM MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL

## PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS DE PROGÊNIES DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS

JARBAS YUKIO SHIMIZU  
PAULO YOSHIO KAGEYAMA  
ANTONIO RIOYEI HIGA

### COLABORADORES:

ANTONIO JOSÉ DE ARAÚJO  
Universidade Federal do Paraná

ANTONIO PAULO MENDES GALVÃO  
Programa Nacional de Pesquisa Florestal – EMBRAPA

ARNO BRUNE  
Universidade Federal de Viçosa

CARLOS ALBERTO FERREIRA  
Programa Nacional de Pesquisa Florestal – EMBRAPA

JOÃO LUIZ DE MORAES  
Instituto Florestal de São Paulo

LUIZ GONZAGA DA SILVA COSTA  
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

MÁRIO FERREIRA  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP

SEBASTIÃO MACHADO DA FONSECA  
Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais

SÉRGIO DA CRUZ COUTINHO  
Centro Nacional de Recursos Genéticos – EMBRAPA

# PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS COM PROGÊNIES DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS \*

J. Y. Shimizu \*\*  
P. Y. Kageyama \*\*\*  
A. R. Higa \*\*

## RESUMO

O trabalho aborda a importância do teste de progênie no estágio atual do melhoramento florestal no Brasil e propõe procedimentos e recomendações para seu planejamento, instalação e avaliação. Considera e destaca as estratégias em função de seu objetivo para conservação genética de populações, determinação da estrutura genética das populações, determinação de parâmetros genéticos, produção de semente melhorada e geração de indivíduos para seleção recorrente.

## ABSTRACT

Considering the current state of knowledge of forest genetics and forest tree improvement in Brazil; and considering current special and general needs, procedures for the establishment of progeny tests are proposed. For these proposals, the objectives of genetic conservation, determination of genetic structures, production of improved seed, determination of genotypic values, determination of genetic parameters and production of trees for following generations were discussed and considered.

---

Adotou-se a terminologia proposta pelo GPTMGF, conforme Ferreira (1980).

\*\* Eng<sup>o</sup> Florestal, M. Sc., Pesquisador da Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul (PNPF/EMBRAPA/IBDF).  
\*\*\* Eng<sup>o</sup> Florestal, Ph. D., Professor do Departamento de Silvicultura da ESALQ/USP.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é uma proposição à comunidade científica do setor florestal brasileiro, visando orientá-lo na instalação e avaliação de testes de progênies de essências florestais no País.

As fontes de matéria-prima florestal no Brasil são, basicamente, de dois tipos: 1) as florestas naturais, fornecedoras de madeiras, principalmente para serraria, laminação e carvão vegetal. A exploração extrativista dessas florestas tem reduzido as populações de muitas espécies valiosas, tornando necessárias medidas de conservação, pela formação de populações "ex-situ" para garantir a perpetuação desses recursos genéticos; 2) as florestas implantadas, na sua maioria, com espécies introduzidas dos gêneros **Eucalyptus**, **Pinus** e outros, destinadas principalmente à produção de matéria-prima para celulose, papel, carvão vegetal, estruturas leves, caixotaria, acabamentos em construções civis e outros fins. A demanda de matéria-prima para atender a esses setores tende a aumentar continuamente. Em função da implantação de florestas em novas regiões apresentar limitações técnicas, assim como econômicas, torna-se necessário elevar a produtividade das florestas implantadas, de um modo geral, através do melhoramento genético. Portanto, a implantação de florestas no País deve estar sempre ligada a uma ou outra fase de melhoramento genético.

O teste de progênie, dentro do programa de melhoramento genético, é uma das técnicas de experimentação que desperta grande interesse entre os pesquisadores e empresários do setor florestal, pelo fato de permitir uma avaliação genotípica de árvores selecionadas para a produção de sementes melhoradas, além de outros fins. É principalmente com esse objetivo que testes de progênies de essências florestais estão sendo conduzidos no Brasil, em sua maioria com as espécies dos gêneros **Eucalyptus** e **Pinus** (Tabela 1). Entretanto, deve-se frisar que esses testes são também essenciais para a determinação dos parâmetros genéticos, de extrema importância para a definição das estratégias de melhoramento genético, assim como para o estudo da estrutura genética das populações. Constituem-se também num meio de manter identificados os materiais genéticos, seja para fins de conservação ou seleções recorrentes.

Embora a metodologia de instalação e condução de um teste possa satisfazer aos requisitos necessários a mais de um dos objetivos mencionados, a mesma não pode ser generalizada. Por exemplo, se o teste for implantado com a finalidade de conservação genética de uma determinada população, o material genético deverá ser representativo dessa população. Por outro lado, se o objetivo for a formação de populações para seleções recorrentes, o material a ser testado deverá ser coletado mediante rigorosa seleção.

**TABELA 1** — Testes de progênies listados por GALVÃO et al. (1980) no Brasil, por espécie e instituição coordenadora/executora.

| ESPÉCIES                                   | Nº de testes de progênies | Instituições/<br>Empresas | Nº de testes de progênies |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Eucalyptus grandis</b>                  | 22                        | IPEF                      | 78                        |
| <b>E. saligna</b>                          | 10                        | SIF                       | 5                         |
| <b>E. tereticornis</b>                     | 7                         | IFSP                      | 5                         |
| <b>E. urophylla</b>                        | 5                         | PNPF                      | 8                         |
| <b>E. microcornys</b>                      | 5                         | ARACRUZ                   | 4                         |
| Outras espécies de <b>Eucalyptus</b>       | 11                        | Outras                    | 2                         |
| <b>Total com Eucalyptus</b>                | <b>60</b>                 | <b>Total</b>              | <b>102</b>                |
| <b>Pinus taeda</b>                         | 10                        |                           |                           |
| <b>P. caribaea</b> var. <b>hondurensis</b> | 9                         |                           |                           |
| <b>P. elliottii</b> var. <b>elliottii</b>  | 7                         |                           |                           |
| Outras espécies de <b>Pinus</b>            | 12                        |                           |                           |
| <b>Total com Pinus</b>                     | <b>38</b>                 |                           |                           |
| Outras espécies                            | 4                         |                           |                           |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>102</b>                |                           |                           |

## 2. JUSTIFICATIVAS

Desde o planejamento e implantação, até a avaliação do teste de progênie, o pesquisador deve estar consciente do objetivo primordial que se pretende atingir e escolher, em cada fase do teste, as alternativas de ação mais apropriadas para cada caso.

A definição da metodologia e rigoroso controle da execução e avaliação dos testes são vitais para a obtenção de resultados experimentais confiáveis. Estes resultados constituem-se em subsídios fundamentais para o conhecimento do sistema reprodutivo, bem como dos principais parâmetros genéticos da espécie. Somente com base nestes parâmetros pode-se chegar a uma definição da estratégia de melhoramento mais eficiente para cada tipo de material genético.

Para assegurar que todo o material genético e os custos envolvidos na realização dos testes de progênies contribuam efetivamente para o aumento da produtividade florestal, devem ser estabelecidos critérios e procedimentos na execução desses experimentos, que deverão servir como orientação aos pesquisadores, principalmente quanto aos requisitos mínimos a serem observados para a correta execução e avaliação dos testes.



### 3. OBJETIVOS

Na atual fase do desenvolvimento florestal no Brasil, os mais importantes objetivos dos testes de progênies são:

- 3.1. Conservação genética de populações
- 3.2. Determinação da estrutura genética das populações
- 3.3. Produção de semente melhorada
- 3.4. Determinação do valor genotípico de matrizes selecionadas
- 3.5. Determinação de parâmetros genéticos
- 3.6. Gerar indivíduos para seleção recorrente

Cada um destes objetivos terá maior prioridade sobre os demais, em função da espécie e da estratégia geral de melhoramento adotada, assim como, da fase da pesquisa em que o material genético é testado.

### 4. ESTRATÉGIAS

O efeito aditivo dos genes que controlam a maioria dos caracteres de importância econômica das árvores tem possibilitado, pelo uso da seleção como principal método de melhoramento genético, grandes avanços no aumento da produtividade das florestas implantadas.

Tanto no caso de espécies nativas como exóticas, os testes de progênies desempenham funções muito importantes. Os seus objetivos principais e as suas características variam conforme os requisitos dentro da estratégia de utilização do material genético.

#### 4.1. Conservação genética "ex-situ"

Um dos aspectos mais importantes na implantação de população "ex-situ", visando a conservação do patrimônio genético da população original, é a realização de uma amostragem adequada que possibilite a representatividade de toda a variabilidade genética possível da população, nas sementes ou em outros propágulos utilizados para o plantio.

Com freqüência, a disponibilidade de sementes não é grande e assim, o máximo controle sobre esse material deve ser exercido para que a representatividade da população original seja mantida. Este controle pode ser efetivado através da implantação de populações base, em forma de testes de progênies, com a vantagem de se poder avaliar, por esse meio, a eficiência da amostragem. Adicionalmente, os testes de progênies das matrizes, tomadas por amostragem, permitem uma avaliação precisa dos parâmetros genéticos e da estrutura genética das populações, de alta importância para a continuidade do programa de melhoramento com a espécie.

Segundo o esquema de utilização de sementes, apresentado na Figura 1, tanto o teste de progênie em si, como o plantio resultante de suas sementes, assim como o das sementes coletadas diretamente da população original, constituem-se, teoricamente, nas mesmas populações.

Este esquema é igualmente aplicável a populações implantadas, constituídas de material genético introduzido, de valor potencial para o enriquecimento do germoplasma para fins de melhoramento.

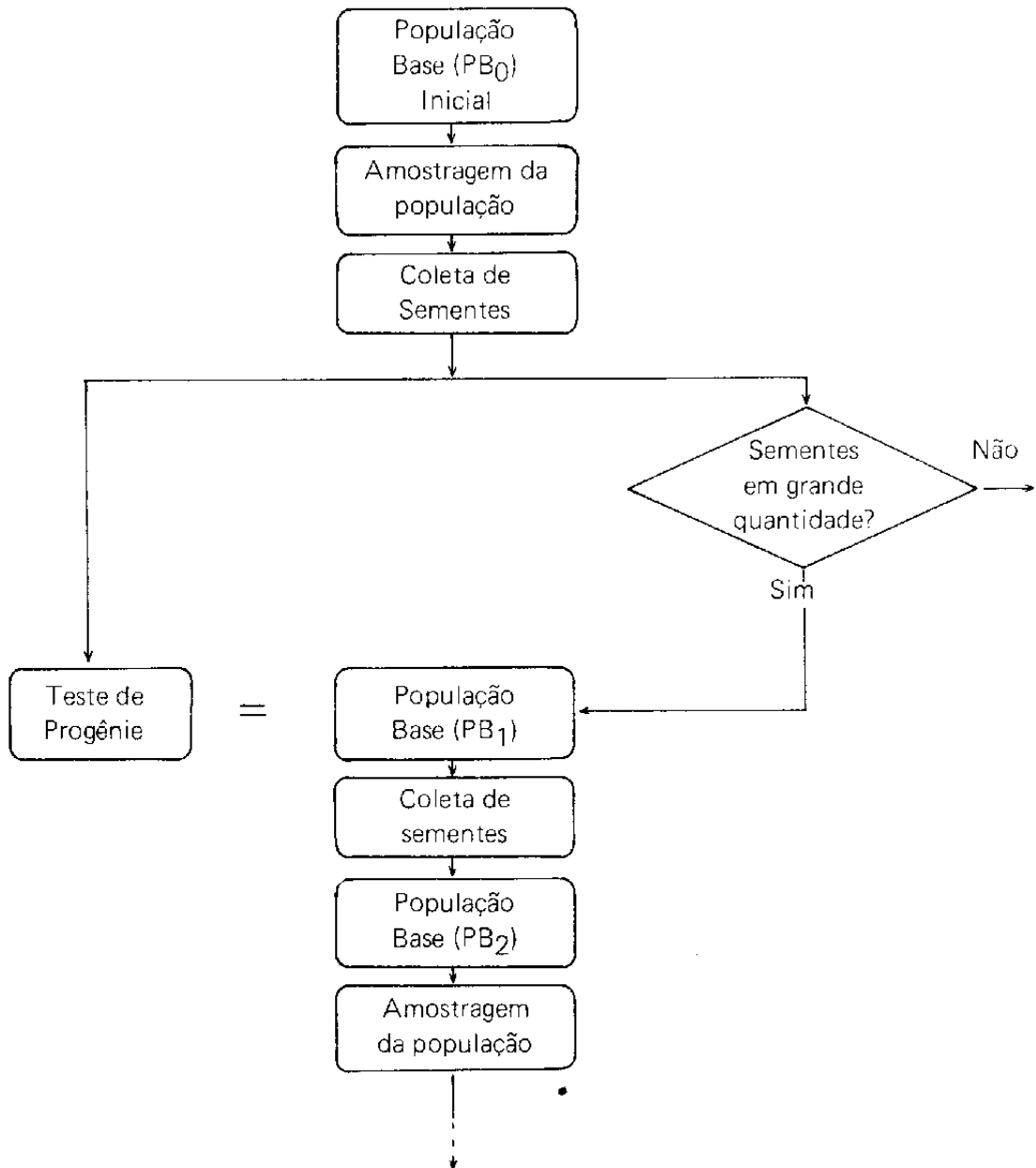


FIG. 1 — Esquema de utilização de sementes para formação de populações base, visando a sua conservação genética.

## 4.2. **Melhoramento genético**

Nesta estratégia, enquadram-se todos os esquemas de utilização de material que visem ao melhoramento genético, implicando, invariavelmente, na seleção e testes de progênies.

Em linhas gerais, os esquemas podem ser resumidos conforme a Figura 2, onde as seqüências das atividades são definidas em função das características das espécies. Por exemplo, quando a espécie apresentar problemas de propagação vegetativa e/ou ciclo curto, a seqüência mais lógica a seguir seria a de teste de progênie de polinização livre, visando a formação de pomares por mudas, enquanto que, com espécies de fácil propagação vegetativa, a possibilidade de formar pomares clonais permite maiores ganhos por unidade de tempo.

Entre os tipos de material genético para a avaliação das árvores superiores componentes de um pomar clonal, as seguintes possibilidades devem ser consideradas:

### 4.2.1. **Testes de progênie de polinização livre (meio-irmãos):**

A validade deste método deve estar fundamentada na pressuposição de que todas as matrizes contribuem equitativamente com seus pólenes e que elas estejam igualmente receptivas à fecundação no mesmo período.

### 4.2.2. **Testes de progênies por policross (meio-irmãos):**

Esta alternativa, em que os cruzamentos são feitos com uma mistura de pólenes de diversos genótipos, permite uma melhor avaliação da capacidade geral de combinação, uma vez que o número de árvores representadas pelos pólenes pode ser aumentado deliberadamente e a contribuição de cada uma delas pode ser controlada pela quantidade de pólenes de cada árvore a ser incluída na mistura. Além disso, cada árvore poderá ser polinizada individualmente, no período mais apropriado, assegurando-se assim a produção de sementes.

### 4.2.3. **Teste de progênie de polinização controlada (irmãos germanos):**

Esta alternativa permite avaliar tanto a capacidade geral (CGC) como a específica combinação (CEC). A primeira tem maior utilidade no caso de essências florestais, uma vez que, normalmente, a produção de sementes em grande escala é obtida por polinização livre, enquanto que a capacidade específica de combinação teria valor só no caso de utilização das progênies por propagação vegetativa em grande escala ou, em caso de se formarem pomares biclonais, o que nem sempre parece ser conveniente. A CGC estimada através de polinizações controladas é teoricamente mais precisa do que a estimada por polinizações livres ou por policross. Porém, na prática, as diferenças entre os resultados obtidos por esses dois métodos têm sido pequenas.

A conveniência de se executar um novo ciclo de seleção dependerá do número de árvores superiores inicialmente envolvido, uma vez que através dessas seleções recorrentes, a base genética das populações resultantes tenderá a se restringir drasticamente, principalmente se as seleções forem intensas.

Uma forma de viabilizar a aplicação de seleções recorrentes seria a inclusão de um grande número de árvores superiores. Isto implica, geralmente, na inclusão de matrizes selecionadas de populações de diversos locais, o que não constitui maior problema, desde que a interação genótipo (procedência) x ambiente não seja expressiva.

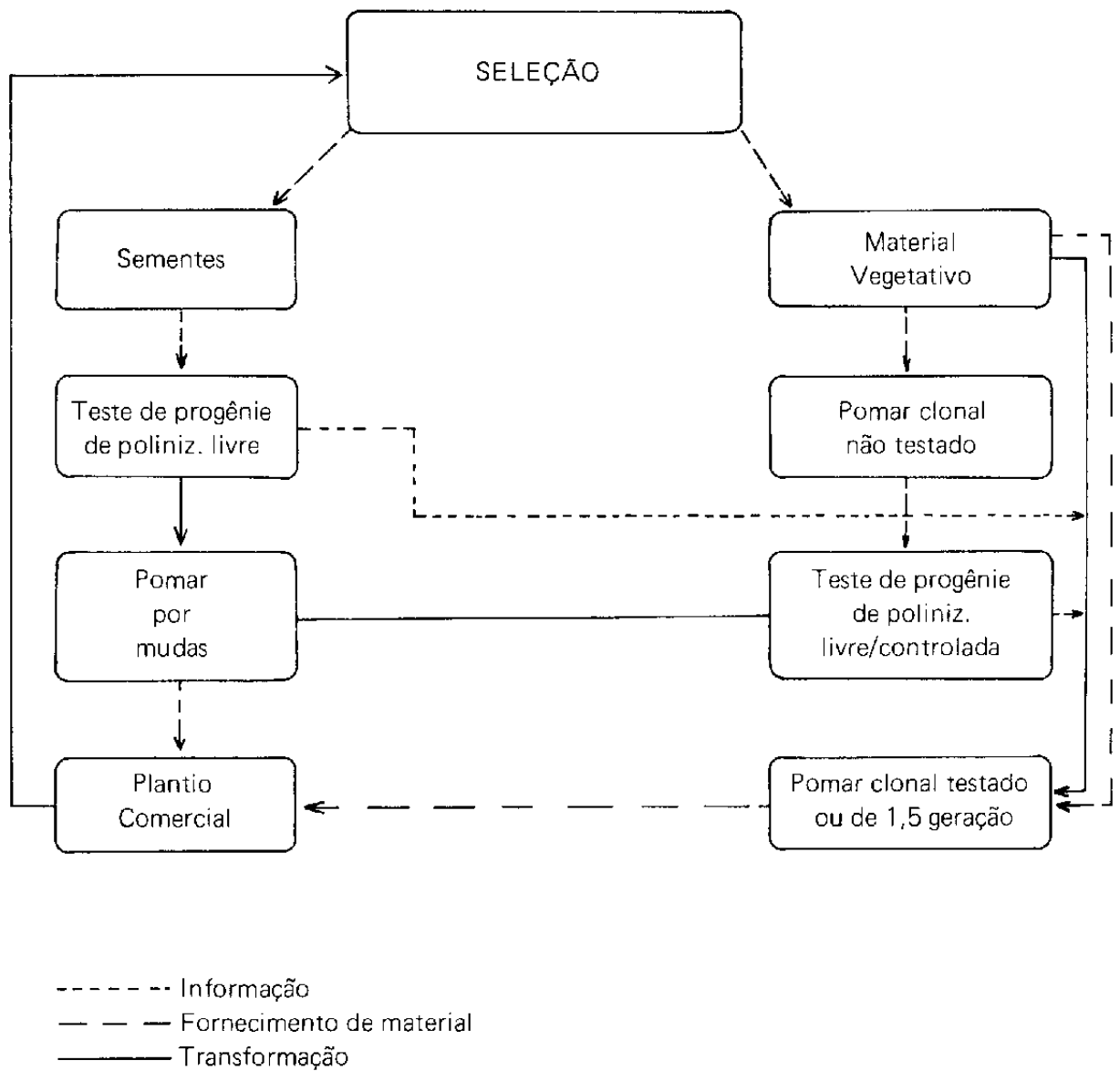


FIG. 2 – Esquema geral de utilização do material genético visando o melhoramento genético de populações.

A possibilidade de incluir árvores superiores de locais diferentes no teste de progênie, visando a produção de sementes melhoradas ou a subsequente seleção recorrente, é um dos aspectos da estratégia de melhoramento que dependem de um conhecimento prévio da estrutura genética das populações dessa espécie.

## 5. MEDIDAS RECOMENDADAS PARA A REALIZAÇÃO DO TESTE DE PROGÊNIE SOB DIFERENTES ASPECTOS

### 5.1. Teste de progênie para conservação genética

#### 5.1.1. População base inicial (PB<sub>0</sub>)

Por essa denominação será referida a população que se deseja conservar, seja ela, tanto de uma espécie nativa como aquela constituída de material genético introduzido, mesmo que não seja geneticamente representativa da sua população original, porém, cuja conservação seja de interesse econômico ou para futuros melhoramentos.

Como unidade de população inicial (PB<sub>0</sub>), poderão ser considerados os seguintes casos:

- a) uma origem ou procedência definida;
- b) uma população geograficamente isolada;
- c) a população total da espécie, se não houver indícios de raças geográficas.

#### 5.1.2. Amostragem da população

Pela própria natureza do trabalho, essa amostragem envolverá somente as árvores em idade reprodutiva, com a restrição de não poder representar povoamentos jovens em regeneração, constituintes de uma série sucessória no local. Entretanto, fixando-se um número mínimo de matrizes a serem incluídas na amostra por população e, considerando-se também que a reconstituição da população base será o resultado da recombinação dos genes amostrados, espera-se que grande parte da variabilidade genética seja preservada.

As recomendações para o estabelecimento de um número mínimo de árvores matrizes para representar a população baseiam-se nas seguintes premissas:

- a) Na coleta de sementes para testes de procedência normalmente tem-se recomendado que sejam coletadas de no mínimo 25 matrizes por procedência e que elas estejam distanciadas entre si de pelo menos 100 m.
- b) Salvo em casos específicos, as essências florestais reproduzem-se por polinização cruzada, com a participação de um grande número de árvores fornecedoras de pólen.

Assim, em princípio, a coleta de sementes para a amostragem da população para fins de conservação genética deverá ser feita de matrizes distanciadas entre si de, pelo menos, 100 m se possível. O número de matrizes deverá ser determinado em função da área da população, conforme a Tabela 2. Estudos da variabilidade genética da espécie poderão alterar essas recomendações.

**TABELA 2** – Número mínimo de matrizes por população para fins de conservação.

| <u>Área da população (ha)</u> | <u>Número mínimo de matrizes *</u>   |
|-------------------------------|--|
| $\leq 50$                     | Todas as que satisfaçam o requisito de distância mínima, mantendo-se o mínimo de 25. |
| $> 50$                        | 50   |

\* em populações pequenas, a distância mínima entre árvores poderá ser reduzida para permitir a coleta de 25 matrizes.

### 5.1.3. Coleta de sementes da população inicial

As sementes devem ser coletadas dentro do período ótimo de maturação. As oriundas de cada matriz deverão ser acondicionadas em recipientes adequados, individualmente por matriz. A identificação da matriz, seguida de todas as informações, quanto à localização e data de coleta, deverá constar na etiqueta de identificação em cada recipiente. Essa informação deverá acompanhar as sementes durante todo o processo de extração, beneficiamento, armazenamento e utilização.

### 5.1.4. Quantidade de sementes

Para um maior controle do material genético, toda a semente deverá ser destinada, em primeiro lugar, ao estabelecimento dos testes de progênies, os quais constituirão parte da população base (PB<sub>1</sub>).

Havendo sementes em quantidades superiores ao requerido para o estabelecimento dos testes de progênies, essas deverão ser misturadas em partes iguais por matriz e destinadas à produção de mudas em massa para o estabelecimento de novas populações bases (PB<sub>1</sub>).

### 5.1.5. Testes de progênies

Na estratégia de conservação genética não há necessidade de se avaliarem as progênies durante a fase de viveiro, salvo em casos específicos. Portanto, as recomendações podem ser referidas diretamente à fase de campo, conforme o Anexo 1.

### 5.1.6. Coleta de sementes do teste de progênie

A coleta de sementes das parcelas do teste de progênie só deverá ser cogitada após assegurar-se de que a maioria das árvores componentes (se não todas) estejam em reprodução. Além disso, o acompanhamento fenológico da floração e polinização deve constituir parte do esquema de controle, a fim de garantir uma efetiva participação de todas as matrizes na produção de semente.

### 5.1.7. População base (PB<sub>2</sub>)

A população base (PB<sub>2</sub>) constitui a meta prioritária do trabalho de conservação genética. Essa população deverá, teoricamente, estar constituída de todo o patrimônio genético da população inicial, expressa em indivíduos dos mais variados fenótipos, resultantes das recombinações ocorridas em consequência da polinização livre no teste de progênie ou na população PB<sub>1</sub>.

A população PB<sub>2</sub> deverá ser estabelecida em áreas com características ecológicas adequadas para a espécie, principalmente com respeito à reprodução.

Havendo necessidade de reciclagem dessa população, seja em virtude da senescência natural das árvores ou de outros fatores que requeiram a sua eliminação, outras populações poderão ser formadas através de um novo ciclo de amostragem, efetuada na população PB<sub>2</sub>.

## 5.2. Testes de progênies para melhoramento genético

Em contraste com o programa de conservação genética, os trabalhos voltados para o melhoramento genético estão sempre relacionados com a seleção, avaliação e utilização do material genético. Este processo aplicado durante gerações tende a restringir a amplitude da variabilidade genética na direção em que a seleção se processa com maior intensidade, podendo-se chegar à formação de raças específicas para crescimento em determinados ambientes ou para a produção de matéria-prima de determinadas características.

### 5.2.1. Seleção

Considerando-se o uso geral a que se destinam os produtos florestais, atualmente explorados das florestas implantadas no Brasil, as características mais importantes para o melhoramento genético são:

- a) incremento volumétrico
- b) forma de fuste
- c) características dos ramos
- d) frutificação
- e) resistência a doenças

As seleções deverão se concentrar em um ou em poucos caracteres, dependendo da finalidade a que a matéria-prima se destina ou mesmo da prioridade atribuída às características nos diferentes ciclos de seleção, a fim de se atingir a maior eficiência possível. As sugestões quanto ao nível de detalhes a que se deve chegar na seleção para os diversos caracteres são apresentados no Anexo 2.

Toda a seleção deverá ser especificada quanto às condições do talhão em que foi efetuada. A identificação da população é essencial, com informação em que devem constar pelo menos as relacionadas no Anexo 3.

### 5.2.2. Teste de progênie de polinização livre nas populações iniciais (PB<sub>0</sub>)

Esse tipo de teste é adequado para avaliar a CGC das matrizes, desde que a amostra de pólen que chega a cada uma delas seja representativa da população. Se houver diferenças significativas entre as populações que geraram as progênies, o teste perderá a sua eficiência. Nessas cir-

cunståncias, a sua utilidade ficará limitada  avaliação dos clones e desbastes preliminares leves no pomar. Sugestões sobre a metodologia de execução de testes de progenies são apresentadas no Anexo I.

### **5.2.3. Formação de pomares por mudas**

A constituição do pomar de sementes por mudas dependerá, em princípio, do conhecimento prévio da estrutura genética das populações. Por exemplo, se a variação entre famílias for de grande magnitude, deve-se manter um pequeno número de famílias, a fim de permitir maiores ganhos através dessa seleção. Por outro lado, se a variação dentro de famílias for mais expressiva do que entre progenies, deve-se manter um menor número possível de indivíduos por família. Entretanto, deve-se manter uma distância entre árvores e um número de famílias adequados para evitar as restrições devido a endogamia em gerações subseqüentes.

### **5.2.4. Formação de pomares de sementes clonais não testados**

Os propágulos, em forma de enxertos ou estacas enraizadas, deverão ser plantados no campo em um delineamento adequado para reduzir a possibilidade de autofecundações.

Sugere-se, como regra geral, a inclusão de um número suficiente de matrizes para que, após os desbastes seletivos, permaneçam no pomar, pelo menos 50 matrizes contribuindo efetivamente para a produção de plens e sementes.

Os desbastes seletivos no pomar clonal não testado são serão efetuados após a sua avaliação através do teste de progenie. Uma vez efetuado o desbaste e após verificar-se a plena função reprodutiva das matrizes remanescentes, esse pomar passará ao nível de "Pomar Clonal Testado", o qual fornecer sementes melhoradas para os plantios comerciais.

### **5.2.5. Teste de progenie de polinização livre no pomar clonal**

As sementes desta categoria são poderão ser consideradas para o teste de progenie após verificados os requisitos de efetiva polinização entre os clones, pois como foi observado anteriormente, deve-se partir da premissa de que a maioria dos clones esteja contribuindo igualmente na polinização.

Em um programa de melhoramento florestal, a atividade atual deve redundar na formação de uma base genética adequada para futuras gerações, exceto em caso de exploração de uma determinada geração a partir de pomares biclonais ou destinadas à formação de híbridos, em que as populações resultantes são constituídas de indivíduos aparentados. Se o pomar se destinar  produção de sementes melhoradas para a formação de apenas uma geração, este esquema é plenamente satisfatório.

### **5.2.6. Teste de progenie de polinização controlada**

Entre os tipos de delineamentos mais utilizados para a produção de progenies em essências florestais, podem ser citados:

- a) Delineamento de cruzamento hierárquico (NC<sub>1</sub>)



Este delineamento envolve o cruzamento de cada árvore considerada pai com diferentes grupos de árvores consideradas mães ou vice-versa.

A estimativa da CGC para genótipos individuais não é obtida satisfatoriamente, em função do pequeno número de cruzamentos para cada clone, e a seleção de famílias poderá ser fortemente afetada pelo efeito da CEC. A preponderância do germoplasma fornecido pelo reduzido número de árvores do sexo em minoria reduz o tamanho efetivo da população, principalmente se for efetuada alguma seleção contra uma árvore desse sexo.

b) Delineamento de cruzamento fatorial ou de testadores ( $NC_{11}$ )

Este delineamento envolve normalmente em torno de quatro árvores como "pais" (testadores) cada qual cruzado com todos os demais. A CGC é estimada pela média das famílias de meio-irmãos, e a CEC é estimada somente para os cruzamentos efetuados. O número de cruzamentos requerido é trabalhoso e no caso de falha de alguns cruzamentos, a perda de informações é significativa.

| ♂ \ ♀ | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|---|---|---|---|
| 1     |   | X | X | X |
| 2     |   |   | X | X |
| 3     |   |   |   | X |
| 4     |   |   |   |   |
| 5     | X | X | X | X |
| 6     | X | X | X | X |
| 7     | X | X | X | X |
| 8     | X | X | X | X |
| 9     | X | X | X | X |
| 10    | X | X | X | X |

As desvantagens desse esquema residem principalmente nos seguintes pontos: 1) há um limitado número de genótipos que contribuem como polinizadores no esquema de cruzamento, aumentando nas próximas gerações as possibilidades de endogamia; 2) a população efetiva é reduzida pelo fato de que somente quatro genótipos contribuem com pelo menos metade do germoplasma da progênie e este número será mais reduzido se houver qualquer seleção de famílias contra os testadores.

c) Delineamento de cruzamento dialélico completo

Este é o esquema de cruzamento mais completo, em que cada árvore ou clone é cruzado com todas as demais, inclusive em cruzamentos recíprocos e auto-fecundação. O trabalho envolvido é muito grande, principalmente se o número de árvores ou clones for elevado. Tanto a CGC como a CEC podem ser estimadas com alta precisão a partir deste delineamento.

| $\sigma$<br>♀ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 2             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 3             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 4             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 5             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 6             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 7             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 8             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 9             | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 10            | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |

d) Delineamento de cruzamento meio dialético

Este é semelhante ao dialético completo, só que se omitem os cruzamentos recíprocos e auto-fecundações. Assim, pode-se trabalhar com maior número de genótipos, porém com a restrição de que o número de cruzamentos necessário ainda é muito alto. Tanto o CGC como o CEC podem ser estimados.

| $\sigma$<br>♀ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1             |   | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 2             |   |   | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| 3             |   |   |   | X | X | X | X | X | X | X  |
| 4             |   |   |   |   | X | X | X | X | X | X  |
| 5             |   |   |   |   |   | X | X | X | X | X  |
| 6             |   |   |   |   |   |   | X | X | X | X  |
| 7             |   |   |   |   |   |   |   | X | X | X  |
| 8             |   |   |   |   |   |   |   |   | X | X  |
| 9             |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X  |
| 10            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

e) Delineamento de cruzamento dialético parcial

Neste caso, cada genótipo não é cruzado com todos os outros genótipos. Este delineamento requer menor número de cruzamentos do que o delineamento meio dialético, mas apesar disto fornece informações sobre a CGC dos clones e sobre a CEC de um grande número de cruzamentos.

| ♀ \ ♂ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1     |   | X | X | X |   |   |   | X | X | X  |
| 2     |   |   | X | X | X |   |   |   | X | X  |
| 3     |   |   |   | X | X | X |   |   | X | X  |
| 4     |   |   |   |   | X | X | X |   |   |    |
| 5     |   |   |   |   |   | X | X | X |   |    |
| 6     |   |   |   |   |   |   | X | X | X |    |
| 7     |   |   |   |   |   |   |   | X | X | X  |
| 8     |   |   |   |   |   |   |   |   | X | X  |
| 9     |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X  |
| 10    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

i) Delineamento de cruzamento dialético desconexo

Neste esquema, cada genótipo participa de igual número de cruzamentos, seja como "pai" ou como "mãe".

O número de genótipos pode ser aumentado ainda mais, porém o volume de trabalho envolvido será muito grande, visto que o número de cruzamentos requeridos para se obter as informações sobre as famílias de meio-irmãos será conseqüentemente aumentado. Além disso, a estimativa da CGC será prejudicada pelo reduzido número de cruzamentos com cada genótipo. As CEC são estimadas apenas para os cruzamentos efetuados.

g) Outros delineamentos

Os delineamentos complexos, principalmente os do tipo dialético, são de utilização limitada em programas práticos de melhoramento, servindo, no entanto, para trabalhos acadêmicos visando, principalmente, a aferição dos delineamentos mais simples e mais exequíveis na prática.

Os tipos de cruzamentos discutidos apresentam restrições para a formação de populações para seleção recorrente, a não ser que o número de matrizes seja alto, o que dificulta a sua viabilidade.

g.1.) Delineamento de cruzamento em pares simples. Conforme proposto por LIBBY (1968), neste esquema, cada genótipo é cruzado com apenas um outro genótipo, possibilitando maiores ganhos genéticos e a formação de uma população efetiva com a máxima eficiência, requerendo somente um cruzamento para cada dois genótipos. Porém, este esquema não permite a avaliação da CGC para matrizes individuais; a seleção poderá ser influenciada por efeitos não aditivos e há o risco de se eliminar uma boa matriz devido ao cruzamento desta com uma de qualidade inferior.

g.2.) Delineamento de policross em grupos. Este delineamento foi proposto por BURDON & SHELBOURNE (1971) para a formação de populações para futuras gerações. O delineamento não apresenta possibilidade de estimar dos CEC e pode ser subdividido em:

- Policross completo em grupos: todos os genótipos contribuem na mistura de pólen, a qual é utilizada na polinização de todos eles.
- Policross em grupos sobrepostos: os genótipos de um grupo são polinizados com a mistura de pólen proveniente de um outro, enquanto que, os genótipos desse último são polinizados com pólen proveniente de um terceiro grupo e assim sucessivamente.
- Policross em grupos incompletos: os genótipos são divididos em dois grupos, sendo um a fonte de pólen e o outro constituído de genótipo a serem polinizados.
- Policross com testadores: neste, o pólen é originário de genótipos de alta CGC e serão utilizados para polinizar outros genótipos candidatos.

Os esquemas de policross fornecem informações importantes referentes a CGC, além de possibilitarem a formação de populações adequadas para seleção recorrente. Portanto, estes deverão ser de grande importância para os programas de melhoramento, por um longo período, após a fase de testes de progênies de polinização livre.

### 5.3. Considerações sobre os parâmetros genéticos

Os parâmetros genéticos que interessam ao melhorista, e que são freqüentemente visados nos estudos envolvendo progênies, se referem às variâncias genéticas em suas componentes aditivas e não aditivas, ao coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido amplo como restrito, às interações dos efeitos genéticos e ambientais e, finalmente, às correlações genéticas entre características.

Para a interpretação dos parâmetros genéticos através dos componentes da variância, deve-se considerar que esses são estimados normalmente baseados em modelos fundamentados nos seguintes pré-requisitos:

- a) parâmetros de indivíduos tomados ao acaso na produção de progênies experimentais.
- b) distribuição ao acaso dos genótipos nos distintos ambientes.
- c) ausência de efeitos maternos.
- d) herança regular diplóide.
- e) equilíbrio de ligação nas progênies amostradas.
- f) ausência de epistasia.

A todos os parâmetros genéticos estimados há sempre uma margem de erro, cuja magnitude deve ser calculada como subsídio para a interpretação dos resultados experimentais.

Segundo SQUILLACE et al. (1967), as estimativas de herdabilidade são ajudas valiosas no planejamento de programas de melhoramento florestal que envolvem seleção. Elas auxiliam na decisão quanto a intensidade de seleção que deve ser empregada em cada uma das características que se está melhorando.

Pelas estimativas de herdabilidade que têm sido publicadas para os diversos casos, pode-se observar uma grande variação nos resultados obtidos para as diferentes espécies e métodos empregados. Existe uma predominância para os métodos mais simples, tal como o de polinização livre, relativamente aos mais complexos e trabalhosos, e que exigem polinizações controladas e um grande número de progênie.

Para uma estimativa ampla e sem restrições dos componentes da variância genética, é essencial que tanto os indivíduos aparentados que constituem o material experimental, como os da população-base, devem ser não endocruzados (VENOVSKY 1969). Nesse sentido, NAMKOONG (1966) levanta restrições sobre a estimativa de variâncias genéticas aditivas da população através da utilização de sementes de polinização livre. Se a endogamia prevalecer, o teste de progênie de polinização livre proporcionará uma superestimativa da variância genética. Porém, esse problema é minimizado, considerando-se que grande parte das auto-fecundações seriam eliminadas pela competição, tanto na fecundação como na fase de viveiro.

Um outro aspecto importante verificado é o que diz respeito à idade das plantas avaliadas. Muito embora tenha sido bastante realçada a restrição para estimativas de parâmetros genéticos em idades precoces nas espécies florestais, o que se verifica, na maioria dos casos, são avaliações em ensaios jovens. O acompanhamento da evolução desses danos, em idades mais adultas, será bastante importante para se ter maior segurança dessas estimativas.

Pode-se, de uma maneira geral, especular sobre as tendências que vêm sendo observadas nas estimativas de herdabilidade para altura, diâmetro e volume. De maneira geral, os dados reve-

lam uma tendência de baixas herdabilidades para essas características de forma das árvores mostram, em geral, herdabilidades com maior magnitude do que para as características de crescimento.

A forma dos troncos, por ser em geral avaliada subjetivamente, apresenta maior imprecisão na coleta de dados, provocando um erro adicional, aumentando o erro das estimativas. Porém, de uma maneira geral, tem sido citado que esta característica responde bastante à seleção fenotípica, mostrando ser de alta herdabilidade.

As características de qualidade da madeira, principalmente a densidade e o comprimento das fibras, são consideradas como de alta herdabilidade, o que é confirmado pela literatura. A grande dificuldade para o aproveitamento desta alta herdabilidade na seleção se deve à dificuldade de se fazer um grande número de determinações com precisão, na avaliação das características das árvores. A alternativa mais recomendada é a seleção através de progênies, com maior número de repetições, para minimizar o problema dos erros de determinações.

Além das características descritas, mais comuns na maioria dos programas de melhoramento, pode-se relacionar, como uma característica de alta importância para algumas espécies, a resistência às doenças. As poucas informações acerca do controle genético da resistência às doenças em espécies florestais não permitem uma conclusão muito firme, porém, os poucos dados existentes parecem revelar uma tendência para uma alta herdabilidade.

TODA (1972) mostra que se a estratégia do melhoramento pode ser definida em função do valor da herdabilidade, o melhoramento para as características de alta herdabilidade pode ser feito pela propagação massal das árvores selecionadas com alta intensidade (Pomares de Sementes Clonais). O melhoramento para as características de baixa herdabilidade pode ser feito pela seleção de muitas árvores com menor intensidade, acompanhada de re-seleção de famílias e dentro de famílias (Pomar de Sementes por Mudas).

Segundo FRANKLIN & MESKIMEN (1973), altos ganhos genéticos podem ser obtidos com **E. robusta** no sul dos EUA, pela seleção entre e dentro de famílias de polinização livre. Segundo MORGENSTERN (1974), a seleção por famílias apresenta maior eficiência e é mais útil para características de baixa herdabilidade, tais como as de crescimento das plantas.

SLUDER (1975), em predição de ganhos a partir de teste de progênie de **Pinus elliottii**, relata que a seleção de árvores superiores, seguida por seleção entre e dentro de famílias, poderia produzir pelo menos o dobro de ganho em volume de madeira, comparativamente à seleção de árvores superiores. Snyder (1969), citado por MORGENSTERN (1974), encontrou ganhos para crescimento em altura, em seleção por famílias em **Pinus palustris**, quase três vezes maiores que os obtidos por seleção de árvores superiores.

As correlações tanto genética como fenotípica entre as características de crescimento são geralmente bastante altas e positivas. As correlações genéticas indicam fatores importantes que devem ser considerados na seleção, principalmente quando a seleção envolve múltiplas características e as correlações entre estas são positivas e de alta magnitude. Neste caso as características podem ser consideradas simultaneamente em uma única seleção. Correlações não significativas indicam a independência entre as características. Correlações negativas altas merecem cuidado especial na seleção, pois prejudicam sobremaneira a seleção simultânea.

As correlações entre fase juvenil e fase adulta, de alta importância e bem pouco estudadas em espécies florestais, devem merecer um enfoque especial já que a validade das estimativas em idades precoces é função da magnitude dessas correlações.

Segundo NAMKOONG et al. (1966), os efeitos de interações de genótipos e ambientes não têm sido considerados na maioria dos trabalhos, sendo normalmente incluídos no componente genético, contribuindo para a superestimação da variância genética. O componente devido a essas interações tem, particularmente, alta importância em espécies florestais, principalmente

porque o zoneamento ecológico para as espécies e/ou procedências envolve regiões muito extensas, englobando sítios bastante diversos, já que as plantações têm caminhado a cada ano para novas áreas. Os estudos das correlações genéticas e fenotípicas entre características e os efeitos da interação genótipo e ambiente devem ser intensificados nos programas de melhoramento.

## REFERÊNCIAS

- BURDON, R. D. & SHELBOURNE, C. J. A. Breeding populations for recurrent selection: conflicts and possible solutions, **N. Z. Jour. For. Sci.**, **1**(2):174-93, 1971.
- FRANKLIN, E. C. & MESKIMEN, G. F. Genetic improvement of **Eucalyptus robusta** Sm. in Southern Florida. In: BURLEY, J. & NIKLES, D. G. ed. **Tropical provenance and progeny research and international cooperation**. Oxford, Commonwealth Forest Institute, 1973. p. 121-5.
- GALVÃO, A. P. M.; FERREIRA, C. A.; COMASTRI, S. A.; GARCIA, N. C. P.; TIMONI, J. L. **Pesquisas florestais em andamento no Brasil**; segundo levantamento. Brasília, EMBRAPA/DID/Programa Nacional de Pesquisa Florestal, 1980. 382p.
- LIBBY, W. J. Mating designs for second-generation selection in forest trees. In: **WESTERN FOREST GENETIC ASSOCIATION MEETING**, Corvallis, Oregon, 1968.
- MORGENSTERN, E. K. Open pollinated progeny testing in a black spruce breeding program. In.: **NORTHEASTERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE**, 1974. 8p.
- NAMKOONG, G. Inbreeding effects on estimation of genetic additive variance. **Forest Science**, **12**:8-13, 1966.
- NAMKOONG, G.; SNYDER, E. B.; STONECYPHER, R. Heritability and gain concepts for evaluating breeding systems such as seedling orchards. **Silvae Genetica**, **15**:76-84, 1966.
- SLUDER, E. R. Gains in volume growth and rust resistance to age two in progeny tests of selected gain from selection in western pine. **Silvae Genetica**, **24**:6-9, 1975.
- SQUILLACE, A.E.; BINGHAM, R. T.; NAMKOONG, G.; ROBINSON, H. F. Heritability of juvenile growth rate and expected gain from selection in western pine. **Silvae Genetica**, **16**:1-6, 1967.
- TODA, R. Heritability problems in forest genetics. In.: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, 1972. p. 1-9.
- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In.: KERR, W. E. **Melhoramento e genética**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1969.

## ANEXO 1

### PROPOSIÇÕES DE METODOLOGIA CONFORME AS DIFERENTES ESTRATÉGIAS E FASES DO TESTE DE PROGÊNIE

#### 1. FASE DE MUDAS (laboratório, viveiro, estufa ou fitotron) (Fig. 1).

Os testes de germinação deverão ser executados de acordo com as Regras para Análise de Sementes, do Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Produção Vegetal (Portaria nº 532 de 29 de julho de 1976).

##### 1.1. Características a serem avaliadas

- a) percentagem de germinação;
- b) percentagem de plântulas normais e anormais;
- c) descrição das anormalidades;
- d) comprimentos da radícula, hipocótilo e epicótilo.

##### 1.2. Descrição das Atividades da Fase de Mudas

###### 1.2.1. Tratamento pré-germinativo

Os tratamentos pré-germinativos, quando forem requeridos, deverão ser aplicados conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes ou, conforme as recomendações mais recentes, oriundas de resultados de pesquisa. Em todos os casos, os tratamentos aplicados deverão ser especificados e uma descrição completa da sua execução deverá ser registrada.

###### 1.2.2. Preparo do substrato

- a) O substrato a ser utilizado deverá ser bem homogeneizado, principalmente quando for incorporado algum fertilizante ou corretivo.
- b) Todos os tratamentos de desinfecção (ex.: fumigação) deverão ser aplicados igualmente para todo o substrato, de preferência de uma só vez.

###### 1.2.3. Semeadura

- a) Semeadura direta nos canteiros — Neste caso, os canteiros deverão ser preparados com dimensões (largura, comprimento) e estruturas auxiliares (altura e percentagem de sombreamento) bem definidos, devendo todos esses dados constar no registro de acompanhamento da pesquisa.  
A semeadura deverá ser efetuada em espaçamentos regulares entre linhas e dentro das linhas, com os devidos registros.

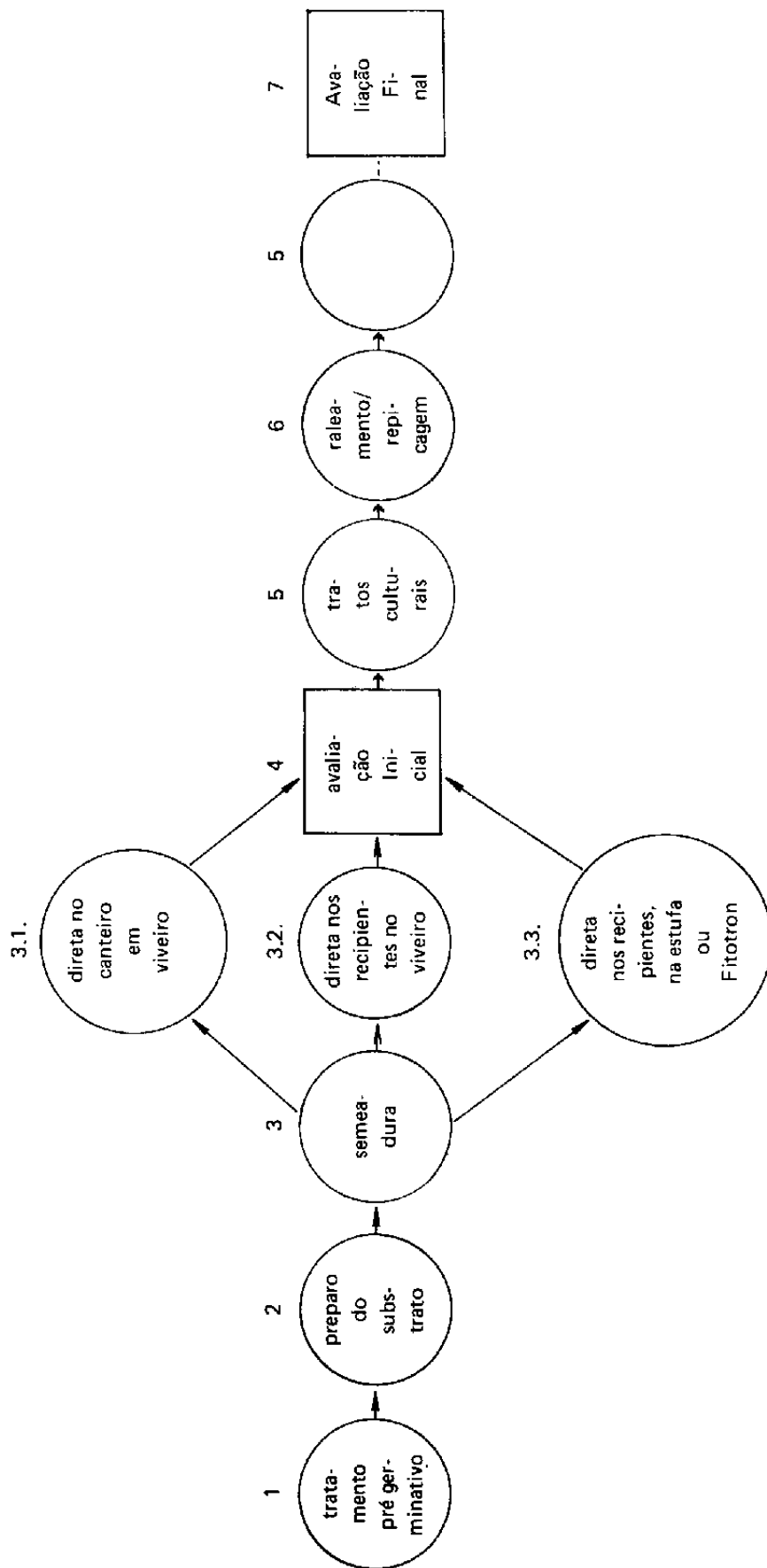


FIG. 1 — Diagrama de fluxo de atividades da fase de mudas.



b) Semeadura direta em recipientes no viveiro

Os recipientes deverão ser de dimensões condizentes com o tamanho normal de muda da espécie em questão. É essencial que as dimensões dos recipientes sejam uniformes para todos os tratamentos em teste.

O número de sementes para cada recipiente deverá ser determinado com base nos testes prévios de germinação, conforme a Tabela 1.

**TABELA 1** – Número de sementes por recipiente para semeadura direta, em função da percentagem de germinação.

| Germinação | Nº de sementes por recipiente |
|------------|-------------------------------|
| 80 – 100   | 1                             |
| 60 – 79    | 2                             |
| 40 – 59    | 3                             |
| 20 – 39    | 5                             |

c) Semeadura em recipiente em casa de vegetação ou fitotron

Além dos requisitos necessários para a semeadura direta em recipientes, os seguintes dados deverão ser registrados:

1. temperatura diurna e noturna
2. comprimento dos períodos claros e escuros
3. intensidade luminosa
4. tipo de fonte luminosa
5. umidade relativa ambiente

#### 1.2.4. Delineamento experimental na fase de mudas

O delineamento experimental nessa fase poderá ser de preferência em blocos completos casualizados, uma vez que a homogeneidade ambiental é mais fácil de controlar. Cada parcela deverá ser constituída de no mínimo 10 mudas mensuráveis, com pelo menos quatro repetições.

#### 1.2.5. Avaliação inicial

Após o período normal de germinação da espécie, deverá ser efetuada a avaliação inicial das progêneses, registrando-se as principais características, como:

- a) % de plântulas normais e anormais
- b) % de sobrevivência
- c) descrição e quantificação das anormalidades
- d) coloração (quando aplicável)

### 1.2.6. Tratos culturais

Todos os tratos culturais que se tornarem indispensáveis, como:

- a) irrigação
- b) aplicação de fungicidas
- c) eliminação de ervas daninhas
- d) fertilização

deverão ser aplicados igualmente a todas as progênies em estudo.

### 1.2.7. Raleamento e/ou repicagem

Quando a maioria das plântulas estiverem com as primeiras folhas definitivas formadas, ou quando a densidade do canteiro exigir, deverá ser efetuada eliminação das excedentes. Em caso de falhas, as plantas excedentes deverão ser repicadas para completarem as parcelas dentro das progênies. Cada recipiente deverá ser ocupado por uma muda.

### 1.2.8. Avaliação final

A avaliação final deverá ser feita quando as mudas atingirem as dimensões e características adequadas para o plantio no campo.

As principais características a serem avaliadas são:

- a) altura total das plantas
- b) diâmetro do colo
- c) peso seco do sistema radicular aéreo
- d) outras

A avaliação deverá ser feita nas mudas das parcelas, mantendo-se uma bordadura dupla em torno do canteiro.

## 2. FASE DE CAMPO (Fig. 2)

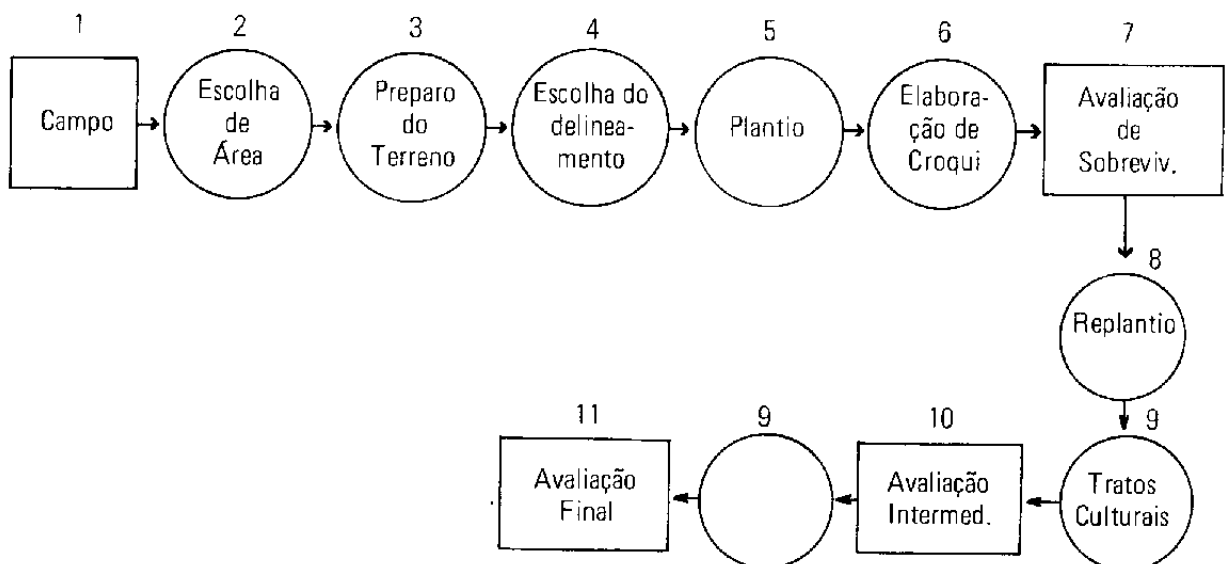


FIG. 2 – Diagrama de fluxo de atividades de fase de campo

## 2.1. Descrição das atividades da Fase de Campo

### 2.1.1. Escolha da área

Para possibilitar a estimativa da interação genótipo x ambiente, utilizar pelo menos 3 (três) locais com características bioclimáticas distintas, porém dentro da região considerada apta ao reflorestamento com a espécie.

A área deverá ser representativa da região bioclimática, com características de sítio mais homogêneas quanto possível. Os locais com solos rasos ou de drenagem deficiente deverão ser evitados, a menos que a espécie seja adaptada a esses tipos de sítio.

#### a) Caracterização da área

Junto ao projeto do experimento deverá constar a descrição da área contendo as seguintes informações:

1. Profundidade do solo
2. Tipo e origem do solo
3. Condições de drenagem
4. Análise química e física
5. Tipo de vegetação original
6. Uso anterior

### 2.1.2. Preparo do terreno

Este deverá ser semelhante ao tipo de preparo adotado nos reflorestamentos extensivos na região. As práticas adotadas para plantio do experimento deverão ser semelhantes em todos os locais em que o teste de progênie for repetido. Se a limpeza da área envolver queimada de resíduos, esta deverá ser feita homogêaneamente em toda a área, evitando o acúmulo de cinzas em manchas.

### 2.1.3. Escolha do delineamento

Neste particular, a metodologia poderá diferir entre os testes destinados à conservação e os destinados ao melhoramento:

#### a) Delineamento para fins de conservação

Como os testes têm a finalidade de serem transformados em pomares por mudas mediante seleção leve, eles poderão ser instalados com um espaçamento inicial amplo (por exemplo, 4 m x 4 m) que possibilite a produção de semente com o mínimo necessário de desbastes. Quando estes forem necessários, deve-se optar pelo tipo sistemático, sem qualquer seleção. Nestas circunstâncias, os testes poderão ser constituídos de parcelas pequenas, aumentando-se o número de repetições.

Para um número reduzido de matrizes (por exemplo, até 30), o delineamento em blocos completos casualizados com parcelas de no mínimo quatro plantas, repetidas de 6 a 10 vezes satisfaz plenamente, com a vantagem de ser simples de analisar.

Nos casos em que maior número de progênies estão envolvidos, recomenda-se os delineamentos em blocos incompletos. Os detalhes sobre esses tipos de delineamento experimental podem ser encontrados nos livros textos sobre o assunto, como os de

COCHRAN & COX (1957) \*, entre outros. Também este delineamento, o tamanho da parcela poderá ser reduzido ao mínimo que permita detectar diferenças dentro de parcelas, utilizando-se espaçamento igualmente amplo. Pode-se recomendar o uso de parcelas de quatro a seis plantas para esse propósito.

Nos casos em que haja um grande número de progênies, uma grande heterogeneidade de sítio no local de implantação e que a variação dentro das progênies seja de pouco interesse, pode-se reduzir o tamanho das parcelas, até uma única planta. No entanto, o número de repetições deverá ser ampliado ao máximo possível.

Para se obter maiores informações sobre o material genético testado e, ao mesmo tempo, proporcionar maior garantia de conservação, recomenda-se que o teste seja repetido em pelo menos três locais distintos, dentro da área de distribuição (nativas) ou de possível adaptação (exóticas).

**b) Delineamentos para melhoramento genético**

A escolha do delineamento experimental para o teste de progênie deverá ser feita em função da finalidade principal desse teste, dentro da estratégia de melhoramento. Os testes destinados somente à aferição do ganho obtido pelo uso do material selecionado podem ser simples, sem a necessidade de maiores preocupações de se iniciar com um número elevado de indivíduos por progênie. Assim, para um local de razoável homogeneidade, recomenda-se o uso de blocos completos casualizados, com parcelas de no mínimo quatro plantas, com um número mínimo de oito repetições. O espaçamento deverá ser igual ao utilizado nos plantios comerciais.

A instalação deste tipo de teste pode restringir-se somente aos locais onde a utilização do material será efetivada ou onde já existem plantios, cuja superioridade se deseja aferir.

A duração desses testes deverá ser equivalente a 2/3 da rotação prevista dos povoamentos comerciais, aplicando-se todos os tratamentos silviculturais de rotina.

Os testes destinados à produção de sementes melhoradas mediante o desbaste e transformação em pomares por mudas deverão ser instalados em blocos casualizados, com parcelas de no mínimo quatro plantas e com número máximo possível de repetições. Se o número de progênies envolvido é normalmente grande, pode-se recomendar delineamento em blocos incompletos. Nesse caso o número de repetições fica limitado àquele que cada delineamento permite ou aos seus múltiplos, conforme a disponibilidade de mudas e de áreas para o plantio. Recomenda-se nesse caso a implantação dos testes em pelo menos três locais distintos, dentro da região apropriada à espécie ou à procedência em questão.

A avaliação da estrutura genética e a determinação dos parâmetros genéticos das populações poderão ser realizadas desde a fase de mudas. Para os testes de fase de campo, o número de plantas por parcela deverá ser de pelo menos dez no delineamento em blocos incompletos, com o número de repetições que cada caso permite ou os seus múltiplos, conforme a disponibilidade de mudas e de área para o plantio. Deve-se instalar esses testes em pelo menos três locais distintos, visando a determinação de interações genótipo x ambiente. A determinação da estrutura e dos parâmetros genéticos poderá ser efetuada também nos testes de progênie destinados à produção de semente melhorada. Porém; para maior precisão das estimativas, recomenda-se que o material genético testado seja obtido mediante amostragem e não mediante seleção.

\* COCHRAN, W. G. & COX, G.M. *Experimental designs*. 2. ed. New York, J. Wiley, 1957. 616p.

#### 2.1.4. **Identificação**

Para o transporte, tomar cuidado com a identificação das plantas, sendo recomendável que todas tenham sua identificação (por exemplo, etiquetas de alumínio).

#### 2.1.5. **Plantio**

Cada repetição deverá ser transportada e plantada na totalidade de uma vez. Os dados climáticos do período (antes e depois do dia do plantio) devem ser registrados. Se necessário, as mudas devem ser irrigadas no período imediatamente após o plantio.

Qualquer aplicação de calcário e/ou fertilizante no plantio, deve ser registrada (quantidade ou dosagem e método de aplicação).

Em torno do experimento deverão ser plantadas duas linhas de bordadura.

#### 2.1.6. **Elaboração do croqui**

Após o plantio, deve ser elaborado um croqui baseado na identificação das mudas plantadas, demarcando-se algumas possíveis alterações em função da área disponível e pontos de referência permanentes.

As parcelas devem ser demarcadas com estacas de comprovada durabilidade, com a identificação do tratamento, de modo sistemático para orientar o sentido das avaliações.

#### 2.1.7. **Avaliação da sobrevivência**

Visando propiciar a uniformidade das parcelas, a avaliação da sobrevivência inicial deve ser realizada quinze dias após o plantio, para a execução do replantio o mais rápido possível. Os dados de sobrevivência inicial deverão ser registrados para subsidiar a interpretação dos resultados do teste.

#### 2.1.8. **Replantio**

O replantio deve ser realizado o mais rápido possível, tomando-se o cuidado na identificação das plantas e parcelas.

A posição da cova replantada deve ser anotada.

#### 2.1.9. **Tratos culturais**

Os tratos culturais normais, i. e., capina, roçada e combate a formigas deverão ser realizados periodicamente (no mínimo três vezes ao ano para capina e roçada e, semanalmente, para combate à formiga).

Qualquer aplicação complementar de fertilizantes deve ser registrada.

As medidas tomadas para controle de pragas e/ou doenças que eventualmente ocorrerem devem ser registradas.

Os desbastes que se tornarem necessários deverão ser efetuados de conformidade com o objetivo do teste.

Se for necessário manter a mesma característica de variabilidade, deve-se optar por desbastes sistemáticos. Porém, se o teste de progênie for parte de um esquema destinado à transformação em pomar por mudas, o desbaste a ser aplicado para estimular a produção de sementes irá depender das avaliações do teste.

#### 2.1.10. **Avaliações intermediárias**

As avaliações intermediárias deverão ser realizadas no 1º ano após o plantio e, posteriormente, no mínimo a cada três anos, quando a duração do ensaio for superior a sete anos.

Eventualmente, poderão ser realizadas avaliações em função da ocorrência de danos causados por fatores climáticos e/ou pragas e doenças.

Nas avaliações normais, as principais características a serem avaliadas são:

- a) sobrevivência
- b) altura
- c) diâmetro a altura do peito (a partir do 2º ano)
- d) forma das árvores
- e) florescimento e frutificação
- f) anormalidades fisiológicas
- g) suscetibilidades a fatores bióticos e abióticos.

#### 2.1.11. **Avaliação final**

A avaliação final dependerá do uso final da matéria-prima a ser obtida.

Normalmente são avaliadas a produtividade volumétrica e a qualidade do produto.

As avaliações intermediárias serão utilizadas para estudos de correlações, elaboração de curvas de crescimento e produtividade, que serão utilizadas na seleção final dos genótipos testados.

## ANEXO 2

### CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE ÁRVORES SUPERIORES

1. VIGOR – Definido em termos de altura, diâmetro a 1,30 m de altura (DAP) e volume, em comparação com cinco árvores dominantes (referência) adjacentes.
2. FORMA DO TRONCO
  - a) reto
  - b) tortuosidade:
    - b.1.) no terço inferior: leve, média, forte
    - b.2.) no terço médio: leve, média, forte
    - b.3.) no terço superior: leve, média, forte
  - c) inclinação do tronco: sim, não
  - d) grã espiral: sim, não
3. RAMIFICAÇÃO
  - a) ângulo: aberto, médio, fechado
  - b) espessura: fino, médio, grosso
  - c) número de ramos nos verticilos: 1º .....; 2º .....; 3º .....
  - d) persistência dos ramos: pouca, média, intensa
4. CONICIDADE – pequena, média e grande
5. COMPRIMENTO DE INTERNÓDIOS
  - a) comprimento médio entre oito nós a partir do DAP
  - b) internódios uniformes, desuniformes
6. COPA
  - a) profundidade: pequena, média, grande
  - b) largura: ampla, média, estreita
  - c) densidade: densa, média, rala
7. FRUTIFICAÇÃO (para **Pinus**)
  - a) com cones; mais do que nas árvores de referência
  - b) com cones; igual às árvores de referência
  - c) com cones; menor do que as árvores de referência
  - d) sem cones; sem cones nas árvores de referência
  - e) sem cones; com cones nas árvores de referência
8. DENSIDADE DA MADEIRA
  - a) árvore matriz: .....
  - b) árvores dominantes:
    - 1 – .....
    - 2 – .....
    - 3 – .....
    - 4 – .....
    - 5 – .....
    - média – .....

### ANEXO 3

#### INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL TESTADO

1. Espécie: .....
2. Número de árvore selecionada: .....
3. Estado: .....
4. Município: .....
5. Empresa/Instituição: .....
6. Fazenda/Gleba: .....
7. Talhão: .....
8. Área: ..... ha
9. Espaçamento Inicial: .....
10. Espaçamento Atual: .....
11. Idade: .....
12. Procedência (nº do lote de semente): .....
13. Tratos silviculturais e datas: ..... / .....
14. Data da seleção: .....
15. Outras observações: .....
16. Responsável pela seleção: .....

NOTA: Anexar croqui de localização da árvore no talhão.



## PUBLICAÇÕES EDITADAS PELA URPFCS

### BOLETIM DE PESQUISA FLORESTAL

- nº 1 1980 100p.
- nº 2 1981 121p.
- nº 3 1982 96p.

### SÉRIE CIRCULAR TÉCNICA

- nº 1 Comportamento de procedências de **Pinus glabra** Walt. em relação ao **P. elliottii** Engelm. var. **elliottii** em Irati, PR. 1980. 7p.
- nº 2 Teste de progênie de **Pinus elliottii** Engelm. var. **elliottii** de alta e baixa produção de resina – Resultados preliminares. 1980. 8p.
- nº 3 Levantamento florístico da Região de Irati – PR. 1980. 44p.
- nº 4 Métodos para superar a dormência em sementes de bracatinga. 1981. 18p.
- nº 5 Composição florística da Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul, Colombo – PR. 1981. 33p.
- nº 6 Potencialidade do nordeste do Brasil para reflorestamento. 1982. 30p.

### SÉRIE DOCUMENTOS

- nº 1 Implantação de populações bases de espécies florestais. 1981. 9p.
- nº 2 Produção e tecnologia de sementes de essências florestais. 1981. 22p.
- nº 3 Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais. 1981. 18p.
- nº 4 Distribuição, variação e usos dos recursos genéticos da araucária no sul do Brasil. 1981. 9p.
- nº 5 Anais do IV Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais – Bracatinga Uma Alternativa Para Reflorestamento. 1981. 200p.
- nº 6 Procedimentos e recomendações para testes de procedência. 1981. 28p.
- nº 7 Procedimentos e recomendações para cadastro de germoplasma florestal. 1981. 16p.
- nº 8 Terminologia de melhoramento genético florestal. 1982. 91p.
- nº 9 Anais do V Seminário sobre atualização e perspectivas florestais – O uso de funções de forma de tronco em estudos de volumetria de espécies florestais. 1982.
- nº 10 Contribuição da URPFCS ao 4º Congresso Florestal Brasileiro. 1982.
- nº 11 Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais. 1982.

RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL – PROGRAMA NACIONAL DE PESQUISA FLORESTAL.  
1982. 64p.