



PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES PARA TESTES DE PROCEDÊNCIAS

MARIO FERREIRA
ANTONIO JOSÉ DE ARAUJO

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES

ANTONIO RIOYEI HIGA — Presidente
ARNALDO BIANCHETTI — Membro
CARMEN LUCIA CASSILHA — Membro
JOSE NOGUEIRA JÚNIOR — Membro
SÉRGIO AHRENS — Membro

UNIDADE REGIONAL DE PESQUISA FLORESTAL CENTRO-SUL
CAIXA POSTAL, 3319
80000 — CURITIBA — PR

Ferreira, Mario

Procedimentos e recomendações para testes de procedência por Mario Ferreira e Antonio José de Araujo. Curitiba, EMBRAPA/URPFCS, 1981.

28 p. (EMBRAPA - URPFCS. Documentos, 06)

1. Espécies florestais — Testes de procedência.

I. Araujo, Antonio José de. II. Título. III. Série.

CDD 634.956

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 Testes de Procedência", coordenado por Mário Ferreira e Antonio José de Araújo, e recebeu a contribuição dos componentes do G.P.T.M.G.F.

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

Brasília, 14 de janeiro de 1982

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

PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES PARA TESTES DE PROCEDÊNCIA

MARIO FERREIRA
USP/ESALQ/DS

ANTONIO JOSÉ DE ARAUJO
UFPR

COLABORADORES:

ANTONIO PAULO MENDES GALVÃO
Programa Nacional de Pesquisa Florestal – EMBRAPA

ANTONIO RIOYEI HIGA
Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul – EMBRAPA

ARNO BRUNE
Universidade Federal de Viçosa

CARLOS ALBERTO FERREIRA
Programa Nacional de Pesquisa Florestal – EMBRAPA

JARBAS YUKIO SHIMIZU
Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul – EMBRAPA

JOÃO LUIZ DE MORAES
Instituto Florestal de São Paulo

LUIZ GONZAGA DA SILVA COSTA
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

PAULO YOSHIO KAGEYAMA
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

SEBASTIÃO MACHADO DA FONSECA
Instituto de Pesquisa e Experimentação Florestais

SÉRGIO DA CRUZ COUTINHO
Centro Nacional de Recursos Genéticos – EMBRAPA

PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES PARA TESTES DE PROCEDÊNCIA*

RESUMO

São propostos procedimentos para testes de procedência com espécies florestais para as atuais situações e necessidades do Brasil. Os testes de procedência são propostos em três fases: 1) amostragem ampla da zona de ocorrência das populações originais; 2) amostragem restrita das populações originais; 3) análise do comportamento silvicultural, econômico e de utilização da madeira. Para cada fase são discutidos os procedimentos de amostragem, delineamentos estatísticos, tamanho das parcelas, número de repetições, bem como outras características importantes.

SUMMARY

Procedures for provenance tests with forest trees are proposed for the current situations and needs of Brazil. Provenance tests are proposed in three phases: 1) wide range sampling of the original populations; 2) restricted sampling of the original populations; 3) provenance performance as related to silvicultural, economic and wood characteristics. For each phase sampling procedures, statistical designs, size of plots and number of replications, as well as important characteristics are discussed.

() Adotou-se a terminologia Proposta pelo Grupo Permanente de Trabalho em Melhoramento Genético Florestal.*

INTRODUÇÃO

A escolha das fontes de sementes florestais é um dos principais fatores que afetam o desempenho e a produtividade das plantações. Na atualidade, a pesquisa sobre procedências de semente é prioritária. Ela poderá dar base sólida aos programas de florestamento e reflorestamento conduzidos no País.

A existência de variações entre e dentro de espécies florestais já é muito conhecida dos silvicultores. O estudo da natureza dessas variações, e como pesquisar e explorar a grande diversidade dentro de uma espécie, são os problemas básicos da experimentação envolvendo procedências de sementes.

O conceito de variação dentro das espécies florestais evoluiu em função da conjugação da biologia e da taxonomia. Os silvicultores precederam outros pesquisadores no reconhecimento da importância dessa variação e de suas relações com o ambiente. Foi possível reconhecer que o ambiente atua diretamente na expressão da capacidade de adaptação do material genético, influenciando a evolução da população.

Os estudos das variações dentro das espécies iniciam-se em meados do século passado. Foram inicialmente estudados os padrões de variação existentes nas espécies florestais e as diferenciações em função das localidades, através do teste com sementes de diferentes procedências.

O termo **procedência** indica a localização geográfica e ambiental das árvores ou povoaamentos fornecedores de material reprodutivo tais como sementes, pólen ou propágulos, sendo que para essências nativas o termo confunde-se com origem. De acordo com essa conceituação, o termo restringe-se a populações de árvores vegetando em um determinado local; portanto, selecionar a procedência adequada significa também selecionar a localidade onde as árvores vegetam. Em muitos casos, uma procedência pode representar uma ampla região ecológica, e esta região pode ser formada por um conjunto de procedências distintas. Nestes casos, uma procedência poderá ser parte de uma raça, ecotipo, cline, sub-espécie ou variedade.

Em função dos muitos trabalhos e experiências em âmbito mundial, as seguintes conclusões gerais podem ser relacionadas:

- a) Um ambiente heterogêneo na área de ocorrência natural de uma espécie pode indicar que ela seja geneticamente mais variável. Espécies com área de ocorrência ampla tendem a ser mais variáveis do que as de ocorrência restrita.
- b) As características de variação genética são geralmente relacionadas à variação ambiental. Descontinuidades nos padrões de variação herdáveis estão relacionados a descontinuidades na distribuição das espécies ou a rápidas mudanças ambientais.

- c) As raças de uma espécie, vegetando em regiões com condições climáticas diferentes, podem diferir em adaptações herdáveis a esses ambientes. Em uma dada região um certo fator do ambiente pode ser crítico, em outra região esse mesmo fator pode ser menos importante que outro.
- d) Espécies simpátricas poderão ser similares mas não idênticas em suas características adaptativas a um mesmo ambiente (convergência evolucionária). Os fatores ambientais limitantes geralmente não são os mesmos para as espécies que ocorram em um determinado ambiente.
- e) Dois ou três ensaios poderão ser necessários para se determinar com segurança a melhor fonte de sementes para determinado local. A maioria das espécies e ambientes, por serem muito variáveis, geralmente não permitem uma análise em um só ensaio.
- f) Os estudos de fontes de sementes de espécies nativas, não afetadas pela ação do homem, geralmente demonstram que as fontes locais são as melhor adaptadas mas não necessariamente as mais produtivas.
- g) O uso de sementes de procedências locais é o que apresenta menor risco quando há desconhecimento da variação genética de uma espécie nativa.
- h) Nem sempre poder-se-á prever o comportamento de uma espécie cultivada, ou que tenha sofrido a influência humana por um longo período de tempo ao ser transferida para ambientes radicalmente diferentes.

OBJETIVOS

Os estudos de procedência visam definir os componentes genéticos e ambientais da variabilidade fenotípica entre povoamentos ou árvores de diferentes origens geográficas. Tais estudos objetivam detectar a variabilidade genética dentro da espécie; as relações entre esta variabilidade e os fatores do ambiente; e as reações das diferentes populações quando transferidas para um outro ambiente.

Através desses estudos, podem-se determinar tanto as variações adaptativas herdáveis relacionadas com a variabilidade ecológica da área de ocorrência natural da espécie, como as características não adaptativas herdáveis que podem resultar do isolamento ou de outros fatores.

Os objetivos básicos dos testes de procedência são portanto:

- a) Determinar, para o maior número de características possível, a grandeza e o padrão de variação genética, existente entre as várias procedências coletadas na área de ocorrência natural. As características a serem estudadas poderão ser anatômicas, bioquímicas, morfológicas, fenológicas, tecnológicas, etc.
- b) Determinar o efeito do ambiente sobre estas características e avaliar a importância das interações procedência x localidade.
- c) Classificar as procedências em relação a sua produtividade e plasticidade. São características importantes: sobrevivência, a capacidade de reprodução, resistência a fatores ambientais e bióticos adversos, taxa de crescimento em altura, diâmetro e volume, a forma do fuste, as propriedades da madeira (anatômicas, químicas e físicas) e a capacidade de florescer e produzir sementes.
- d) Comparar o comportamento das árvores oriundas de sementes de plantações que tenham sofrido seleção e desbastes com origens, visando observar alterações na constituição genética da população.
- e) Produzir sementes, transformando o teste em área de produção de sementes.

O estudo de procedências, além de ser importante no melhoramento genético de populações florestais, objetivando fornecer sementes de fontes bem adaptadas e aumentar a produtividade das plantações, é também importante para o planejamento da produção de híbridos. Híbridos intra-específicos envolvendo diferentes procedências podem, muitas vezes, combinar caracteres desejáveis de diferentes raças, dar origem ao vigor híbrido e resultar em novas combinações gênicas de adaptabilidade mais ampla do que a dos países envolvidos.

ESTRATÉGIA

Para a eleição de uma procedência de sementes adequada a uma determinada localidade ou região, diversos fatores devem ser considerados:

- a) conhecimento da magnitude da variação natural da espécie;
- b) conhecimento da variação existente entre as áreas potenciais de plantio.

No Brasil, devido a dificuldades de obtenção de dados experimentais e à necessidade de se definir a curtíssimo prazo as espécies e procedências mais adequadas, os testes de espécies e procedências são em geral efetuados conjuntamente. Quando são instalados projetos envolvendo número elevado de espécies e poucas procedências, perde-se na precisão da determinação da procedência mais adequada.

1. Seqüência dos ensaios

Para uma determinada localidade, normalmente os testes de procedência têm a seguinte seqüência:

Fase de amostragem ampla.

Fase de amostragem restrita.

Fase de análise do comportamento silvicultural, econômico e de utilização da madeira.

1.1. *Fase de amostragem ampla*

A primeira fase serve para, através do teste comparativo de uma coleção ampla de espécies e procedências, determinar aquelas que têm potencial razoável de adaptação e produtividade. Esta é a fase principal atualmente conduzida no Brasil. Tem como finalidade detectar as regiões de origem e procedências que servirão de base para o planejamento da próxima fase. A primeira fase deve ser rápida, simples e de avaliação sumária.

Quando se obtêm quantidades de sementes ou mudas, que excedem a necessidade dos ensaios, os testes poderão ser complementados com a instalação de plantações piloto, para cada procedência, visando exclusivamente:

- a) estimar o rendimento para a rotação esperada;
- b) estabelecer bases para a seleção das árvores superiores;
- c) possíveis estudos de hibridação intraespecífica (híbridos entre procedências);

d) bases para a produção de sementes;

e) conservação genética.

Considera-se que a maior função dessa primeira fase é eliminar as espécies e procedências não promissoras, reduzindo, em conseqüência, o seu número para os ensaios seguintes, e deste modo poder analisar mais criteriosamente o comportamento daquelas mais potenciais. Dependendo da área de distribuição natural das espécies envolvidas e da disponibilidade de sementes poderá ser grande o número de lotes de sementes testadas.

A duração da primeira fase deve ser de 1/4 a 1/2 da rotação comercial. Tratando-se de uma fase de curta duração, a competição entre plantas será relativamente pouca e pequenas parcelas são recomendáveis. Parcelas quadradas de 16 a 25 plantas têm sido as mais comuns. Alguns ensaios podem incluir parcelas de uma a nove plantas, principalmente aqueles que envolvam mais de 50 tratamentos (procedências). Tais ensaios justificam-se onde houver o interesse estratégico de testar-se um maior número de lotes de sementes. As parcelas muito pequenas poderão não ser adequadas quando se estudam espécies de crescimento muito rápido, devido à competição precoce entre as mesmas.

A competição precoce entre as árvores também poderá dificultar a condução do ensaio. Um espaçamento inicial maior poderá ser adotado. A utilização de pequenas parcelas requer um número maior de repetições.

Havendo um número limitado de mudas para o estabelecimento do experimento, as parcelas lineares podem ser utilizadas. Deve-se considerar que uma das finalidades principais dos testes de procedências é a avaliação do comportamento das procedências livres da competição. A preferência neste caso deve ser dada a parcelas quadradas ou retangulares, por permitirem a bordadura.

A escolha da forma da parcela pode ser influenciada pelas práticas culturais a serem adotadas, mas um dos fatores mais importantes é a presença ou não de alta variabilidade de solo no local de instalação do ensaio. Quando há alta variabilidade, as parcelas retangulares são preferidas, com o seu eixo maior locado paralelo ao gradiente da variação.

As parcelas de uma árvore são raramente utilizadas, pelo fato de muitas falhas no plantio originarem um número excessivo de parcelas perdidas. Além disso, se houver uma intensa competição entre procedências no estágio inicial, poder-se-á eliminar uma procedência potencial, exclusivamente pelo seu crescimento inicial lento.

As características básicas de avaliação nos experimentos de amostragem ampla são a sobrevivência e a altura. O diâmetro, por ser influenciado pela competição entre as árvores, tem uma importância menor do que a altura. É recomendada também uma avaliação preliminar da forma das árvores quanto à retidão do fuste, bifurcações, sistema de ramificação e outras características que poderão ser fatores adicionais para caracterizar a potencialidade da procedência e do local.

1.2. Fase de amostragem restrita

Esta fase destina-se a identificar as melhores fontes de sementes, através da amostragem e testes de procedências daquelas áreas que na primeira fase foram detectadas como promissoras. Por melhor procedência entende-se geralmente a que apresenta maior produtividade.

Uma opção estratégica nesta fase poderá ser a instalação de testes de procedência que, além de detectar os melhores povoamentos da área considerada promissora, possam também estimar a variação entre as árvores nos povoamentos testados. Este objetivo pode ser atingido mantendo-se identificados os lotes de sementes por árvore. O ensaio torna-se desse modo um teste combinado de procedências e progênies onde estas são famílias de meios-irmãos originários de polinização livre.

Nesta fase, espera-se uma variação menor entre as procedências selecionadas. As interações entre parcelas serão menores e neste caso as parcelas poderão também ser menores. Adotando-se a estratégia de ensaios combinados de procedências e progênies ter-se-á um elevado número de lotes de sementes para serem testadas. Tal número poderá chegar a ordem das centenas. É, portanto, uma condição necessária à utilização de parcelas pequenas. O uso de parcelas menores requer um maior número de repetições.

Se o objetivo for a manutenção das parcelas durante toda a rotação, serão necessárias parcelas maiores de modo a ter informações válidas na avaliação final de todas as procedências do teste. Se for prevista uma competição acentuada poderão ser utilizadas parcelas maiores desde que haja disponibilidade de área e suporte financeiro para seu estabelecimento, acompanhamento e análise.

Em vista das considerações anteriores, considera-se **parcelas pequenas** aquelas constituídas de 4 a 12 árvores e **parcelas grandes** aquelas que contenham um número maior de árvores (por exemplo de 49 a 169 árvores) e que possibilitem o uso de uma a duas linhas de bordadura intra-parcela.

Poderá ser conveniente também dentro desta segunda fase estabelecer comparações entre sementes oriundas de árvores superiores e de árvores comerciais normais.

1.3. Fase de análise do comportamento silvicultural econômico e de utilização da madeira

Esta fase destina-se a testar poucas procedências em plantações piloto comerciais. Não é necessário um planejamento estatístico rígido. Distribuem-se parcelas de amostragem dentro das plantações piloto com número de repetições adequado aos objetivos das avaliações e à precisão desejada. As plantações piloto deverão ter área mínima de meio a um hectare por procedência, aumentando-se a área para dois a cinco hectares se for objetivada uma melhor avaliação econômica e silvicultural. Estas plantações piloto deverão ser instaladas nas áreas ecológicas onde as procedências tenham demonstrado melhor potencial. Poder-se-á reduzir a duração desta fase tentando-se estabelecer as possíveis correlações entre economicidade e qualidade da madeira com o crescimento em altura, forma das árvores, espaçamento e outras características.

AMOSTRAGEM

A amostragem deverá levar em consideração os seguintes fatores:

1. Localidades

Na escolha dos locais de amostragem deve-se considerar a amplitude da área que se deseja cobrir e quantas localidades deverão ser amostradas.

Para estudos biosistemáticos podem ser amostradas milhares de árvores envolvendo centenas de localidades. Para estudos de procedência de sementes o tamanho da amostra pode ser limitado a centenas de árvores envolvendo dezenas de localidades.

A amostragem para a fase inicial deve ser feita em função dos maiores gradientes ambientais dentro da área de ocorrência natural. Tais gradientes podem ser, por exemplo, os de latitude, altitude, declividade e aspecto. Em áreas montanhosas, intervalos específicos nas elevações, como por exemplo, 300 a 500 m, poderão ser um critério de amostragem. Pelo menos 3 a 5 amostras devem ser tomadas em cada gradiente ambiental importante. Amostras secundárias podem completar o quadro geral envolvendo cadeias montanhosas ou incluindo populações consideradas superiores ou inferiores.

2. Tipo de árvores

A amostragem deveria envolver representantes de todas as classes de árvores, e ser proporcional à sua frequência no povoamento. Assim, estas árvores representariam a amplitude da variabilidade natural da população. Entretanto, este tipo de amostragem não é prático. Provavelmente a amostra envolvendo as árvores dominantes e codominantes e estipulando-se distâncias mínimas, de forma a evitar proximidade entre elas, é a amostra mais prática, econômica e satisfatória. Para as espécies de polinização cruzada ou cujo sistema de polinização não seja muito bem conhecido, deve-se evitar a colheita de sementes de árvores isoladas, pois haverá grande probabilidade destas produzirem sementes por autofecundação.

É recomendável manter a identidade das árvores na colheita para permitir estudos biosistemáticos da variação genética dentro e entre populações.

3. Número de árvores

O número de árvores, a serem amostradas em cada localidade, poderá variar em função da variação fenotípica entre árvores na localidade, ou, mais especificamente, para o caráter mais

importante ou mais variável. Como o pesquisador normalmente não tem uma estimativa da variância entre árvores para cada localidade, recomenda-se coletar, se possível, no mínimo 25 árvores. Uma amostra limitada a uma ou poucas árvores não será representativa da localidade. Tanto quanto possível cada árvore deverá contribuir igualmente para o lote de sementes da procedência. A colheita deverá ser programada com bastante antecedência, procurando-se concentrá-la em anos de boas produções. Esta prática dará ao colhedor uma oportunidade de encontrar povoamentos e árvores adequadas à amostragem. Colheitas efetuadas em anos de produção irregular de sementes poderão resultar em árvores atípicas, não permitindo uma seleção adequada de localidades e tornando os custos de colheita elevados.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento deve ser planejado, delineado e analisado, visando-se aumentar a precisão do teste. O objetivo é distribuir as plantas para que comparações entre procedências não sejam obscurecidas por variações ambientais inexplicadas ou imprevistas. De preferência, o mesmo tipo de delineamento deverá ser utilizado tanto no viveiro como no campo. Os dois tipos de delineamentos experimentais mais comuns são o delineamento em blocos casualizados completos e o delineamento em blocos incompletos (látices).

1. Delineamento em blocos casualizados completos

Os blocos casualizados são recomendados para a primeira fase da experimentação, pelas seguintes razões:

- a) É um delineamento compacto, altamente eficiente e de fácil análise, mesmo quando uma ou duas procedências tenham sido seriamente injuriadas.
- b) Se o número de procedências a serem comparadas não for muito grande, elas podem ser facilmente acomodadas ao delineamento. Quanto maior o número de lotes de sementes a serem testados menor deve ser o tamanho da parcela.

- c) Os blocos devem ser de tamanho moderado. Blocos menores apresentam menor variação intrabloco, aumentando a precisão.
- d) O número de repetições ou blocos dependerá do tamanho da parcela utilizada. Quanto menor o tamanho da parcela maior o número de repetições necessárias. Quando são utilizadas parcelas grandes, no estágio de campo, quatro repetições ou blocos são suficientes. Em locais heterogêneos um número maior de repetições será necessário. Para parcelas pequenas recomenda-se 10 a 25 repetições. O ensaio deverá ser circundado por uma ou mais linhas de bordadura derivadas do excesso de mudas, em espaçamento idêntico ao das parcelas.

2. Delineamento em blocos incompletos (látice)

Quando o número de procedências a ser testado for superior a 10, e forem utilizadas parcelas de 25 plantas ou mais, torna-se difícil a localização do bloco em solo homogêneo. Normalmente, recomenda-se para esses casos o delineamento em blocos incompletos, no qual cada bloco contém uma parte do número total de tratamentos.

Os delineamentos em látice podem ser balanceados, parcialmente balanceados e retangulares. Os dois primeiros grupos são apropriados para o número de tratamentos (procedências) que seja exatamente quadrado (por exemplo: 16, 36, 81). A presença ou ausência de balanço depende, sobretudo, de haver ou não blocos suficientes para assegurar que cada tratamento ocorra pelo menos uma vez na mesma repetição, como qualquer outro tratamento. As procedências são numeradas ao acaso e a seguir locadas em seu bloco respectivo. Entretanto, a posição dentro do bloco deve ser também casualizada. Os blocos são sorteados dentro das repetições e finalmente estas são também casualizadas dentro da área experimental.

Os valores das parcelas perdidas podem ser calculados nos delineamentos em látice, mas se um número elevado de parcelas for perdido (ou um grande número de árvores em algumas parcelas), será preferível analisá-los como blocos casualizados completos. Pode ocorrer que, ao final do estágio de viveiro, algumas procedências não apresentem número suficiente de mudas para a instalação das repetições previstas. Em tais casos, poder-se-á repetir uma das outras procedências para que o esquema não seja modificado.

COLETA DE DADOS E ANÁLISE

Recomenda-se que as condições sejam intensificadas nos estágios iniciais da experimentação, pelas seguintes razões:

- a) É necessário estimar com brevidade as possíveis correlações entre a fase juvenil e adulta das árvores. Isto é verdadeiro, particularmente em países como o Brasil, onde existem grandes áreas para florestamento e reflorestamento e onde o comportamento das espécies ainda não é devidamente conhecido.
- b) Parte das variações nas características das árvores adultas pode ser explicável em termos de características juvenis pela análise de covariância.
- c) É sempre desejável comparar o crescimento em altura total das procedências durante a rotação inteira. Quando se comparam curvas de crescimento da altura total, poderão ocorrer mudanças na inclinação das curvas e na precipitação da estimativa. Em tais casos, necessita-se de uma amostragem mais intensiva e suficiente para que as comparações entre procedências sejam conduzidas com o rigor estatístico necessário em toda a curva de crescimento.

1. Características passíveis na avaliação das diversas fases do teste

A avaliação dos testes de potência é demorada e onerosa, devendo ser prevista nas diversas fases da pesquisa e constar sempre do plano original de trabalho. Quanto maior for a área, o número de ensaios e espécies envolvidas, mais difícil torna-se a avaliação. A inexistência de uma padronização na avaliação dos ensaios poderá impossibilitar comparações válidas. Na fase de implantação dos ensaios, a altura das mudas no campo e a sobrevivência são características mais importantes. A seguir, propõe-se um esquema de avaliações (Tabela 1) que poderá ser de muita importância para a avaliação final do ensaio. As diferentes características que poderão ser medidas são:

- a) Crescimento: altura, diâmetro e volume, produção de matéria seca/volume do tronco.
- b) Morfologia: plântula – relação entre o crescimento da parte aérea e sistema radicular.
 - fuste – inclinação, tortuosidade em dois ou mais planos, bifurcação, conicidade, entumecimentos, etc.
 - copa – comprimento, diâmetro e forma.
 - casca – espessura, textura e cor.
 - ramos – número, diâmetro, comprimento, ângulo, tipo, desrama natural.
 - folha – comprimento, largura, cor e forma.
 - fruto – dimensões e forma.

- c) Fisiologia: fototropismo, fenologia, taxa fotossintética, taxa de respiração, florescimento, frutificação e brotações anormais.
- d) Estado sanitário: resistência, pragas, doenças e outros fatores (fogo, seca, geada, etc.).
- e) Qualidade da madeira: propriedades da madeira, anatomia da madeira, produção de celulose e propriedades da polpa, etc.
- f) Nutrição mineral: consumo de nutrientes, análises foliares, etc.

TABELA 1 Esquema de avaliação para testes de procedências

Características	Frequência das Avaliações/ Estágio da experimentação	Método de avaliação
Estado sanitário	Contínua	Anotar incidência de pragas e doenças. Identificá-las. Quantificar os danos.
Sobrevivência	Um mês após o plantio, a 1 ano de idade e após fatores climáticos extremos.	Total de indivíduos ou uma amostra adequada.
Altura média	Anualmente ou em intervalos de 2 anos até cerca de 7 m; após cada 2 ou 5 anos.	Varas marcadas até 7 m e instrumentos ótimos com precisão acima de 5%. 100% dos estágios iniciais (até 7 m); uma amostra após.
Altura das árvores dominantes (100 árvores de maior diâmetro/ha)	Anualmente até 7 m após em intervalos de 3 a 5 anos.	Como descrito acima; precisão – idêntica.
Diâmetro médio DAP	Anualmente ou em intervalos de 2 anos, após a plantação atingir 2 a 3 m de altura.	Fitas dendrométricas ou sutas. 100% dos indivíduos. Precisão 1 a 2 cm.
Área basal	Através das medições de diâmetro	
Forma do fuste, tamanho dos ramos e ângulo de inserção dos ramos	Começar quando as árvores atingirem 7 m de altura, após em intervalos de 3 a 5 anos.	Um sistema simples e realístico dando-se notas de 1 a 7
Espessura da casca	Quando for medido o diâmetro e nos desbastes	Medidor de casca, remoção da casca nos desbastes – 5 a 10% das árvores

Para a avaliação da forma do fuste, pode-se utilizar o sistema de notas, em função da possível utilização que a madeira teria na época da avaliação (apresentado na Tabela 2) que permite a realização de análises estatísticas.

TABELA 2 Sistema de notas para a avaliação da forma do fuste

Nota	Classes de forma
1	Reto, dentro dos padrões especificados como poste
2	Tendendo a uma retidão pronunciada dentro da maioria das especificações para postes, mas com algum defeito.
3	Levemente tortuoso em um só plano, adequado para a maioria das utilizações.
4	Levemente tortuoso em dois planos, algum valor como poste.
5	Tortuoso – sem valor para postes.
6	Muito torto – indicado só para mourões.
7	Malformado – indicado somente para lenha.

2. Coleta de dados no viveiro e no campo, anotações e processamento

Somente as características de importância prática e para as quais existe uma variação deverão ser avaliadas. Os aparelhos utilizados na medição deverão ser adequados à característica a ser mensurada. A precisão da leitura no aparelho não deve ultrapassar a precisão real do mesmo.

2.1 Coleta de dados no estádio de viveiro

As características das mudas poderão ser importantes para explicar a variação existente na continuidade do projeto. O vigor inicial das mudas pode estar correlacionado com sobrevivência ou mesmo com o crescimento na fase de campo.

Recomenda-se que sejam consideradas no mínimo dez mudas por parcela para avaliação de altura e diâmetro.

As seguintes características devem ser mensuradas, quando possível:

- a) peso médio das sementes e seu tamanho (peso de 1.000 sementes);
- b) vigor germinativo;
- c) porcentagem de sementes germinadas;
- d) número de cotilédôneas;
- e) altura das mudas por ocasião do plantio, aproximação de 1 cm;
- f) diâmetro do colo das mudas, aproximação de 1 mm;
- g) sobrevivência no canteiro;
- h) peso seco do sistema radicular/parte aérea de uma amostra da parcela.

2.2. *Coleta de dados no campo*

A medição deve ser feita em todas as árvores ou naquelas consideradas úteis na parcela. A avaliação de sobrevivência poderá incluir, inclusive, as árvores de bordadura, quando se evidenciar que o seu efeito não é importante. Quando são usadas parcelas grandes, algumas medições podem ser feitas na parcela inteira para se avaliar o possível efeito da competição entre parcelas. Se os dados forem coletados por árvore e for mantida a sua identidade, há possibilidade de serem estabelecidas correlações entre características juvenis e adultas de árvores individuais.

As características mensuráveis mais comuns a todos os testes são: altura das plantas, diâmetro à altura do peito, sobrevivência, forma do fuste e características dos ramos, que podem ser avaliados conforme as tabelas 1 e 2.

2.3. *Processos de anotações dos dados*

As fichas de coleta de dados, para serem eficientes, devem ter como características básicas:

- a) cada característica considerada importante deve ser avaliada e anotada de maneira clara, compreensível e perfeitamente identificada;
- b) os erros na transcrição dos dados devem ser evitados;
- c) o sistema de preenchimento deve ser prático e conveniente para ser utilizado no campo;
- d) deve permitir a retirada dos dados facilmente para o subsequente processamento.

As fichas de anotações previamente programadas são importantes pelas seguintes razões:

- a) simplicidade;
- b) economicidade;
- c) continuidade e adaptabilidade a uma amplitude de fatos que ocorrem durante a experimentação e aos tipos de dados que devem ser coletados;
- d) as medições podem ser conferidas no campo e durante a continuidade do teste.

2.4. Critérios para as anotações dos dados

Cada parcela experimental poderá ter a sua ficha individual onde os dados das diversas medições seriam seqüencialmente anotados. Este sistema permite que as fichas sejam organizadas na ordem em que as parcelas são medidas durante as avaliações de campo e podem ser convenientemente reagrupadas para as análises posteriores. Nestes casos, a necessidade de transcreever os dados é evitada e os erros de transcrição praticamente deixam de existir. Outro fator adicional importante é que todas as medições de uma árvore aparecem juntas em uma só linha, facilitando a análise visual dos dados e as comparações em relação à evolução de cada árvore.

Quando duas ou mais características são avaliadas conjuntamente, altura e diâmetro, por exemplo, é conveniente anotá-los na mesma ficha. Cada ficha deverá ser bem identificada em relação à parcela em estudo. A numeração das árvores da parcela deverá ser pré-estabelecida e o sistema de medição também. É conveniente especificar a numeração em diagrama simplificado da parcela, indicando todas as referências básicas para a medição. Tal fato se deve basicamente às mudanças existentes nas equipes de medição e à necessidade de controle dos prováveis erros cometidos.

2.5. Modelos de fichas para as anotações dos dados

Vide anexos.

3. Análises estatísticas

Os dados coletados nos ensaios devem ser analisados o mais brevemente possível. Os resultados das análises preliminares podem sugerir mudanças na continuidade do programa de pesquisa. Os métodos de análise estatística devem ser adequados à fase em que o experimento se encontra.

As análises de variância nos ensaios de procedência são comumente usadas para estimar:

- a) variação entre e dentro de populações;
- b) variações ambientais sistemáticas;
- c) possíveis interações entre procedências e ambientes;
- d) variação residual, etc.

As análises de correlação e regressão são utilizadas para estudar a dependência entre as várias características em estudo. Os métodos de análise multivariadas podem ser utilizadas para se estudar os pontos básicos em que uma população difere da outra para um conjunto de características.

Os problemas básicos na análise dos dados são:

- a) muitos programas de análise são complexos e exigem o auxílio de um computador;
- b) exige-se, na maioria dos casos, uma análise preliminar dos dados para se avaliar se são justificadas análises mais complexas;
- c) é necessário prevenir erros que levarão a conclusões incorretas, perda de tempo e gastos desnecessários;
- d) todos os cuidados devem ser tomados para se garantir uma precisão adequada;
- e) as análises feitas em calculadoras de mesa devem ser sempre convenientemente conferidas. Aquelas processadas em computador não deveriam ser aceitas sem a certeza de que o programa utilizado é adequado e os dados foram registrados corretamente.

REFERENCIAS

- 1) ARAÚJO, A.J. de. **Early results of provenance studies of loblolly and slash pines in Brazil.** East Lansing, 1980. 115 p. Dissertação de Doutorado. Michigan State University.
- 2) BURLEY, J. & WOOD, P. **A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics.** Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1976, 226 p.
- 3) CALLAHAM, R.Z. **Investigación de procedencias: estudio de la diversidad genética asociada a la geografía.** Roma, FAO, 1963, 21 p.
- 4) EDWARDS, M.W. The design, layout and control of provenance experiments. **Silvae Genetica**, 5 (5/6) : 169-80, 1956.
- 5) INTERNATIONAL TRAINING COURSE IN FOREST TREE BREEDING. Canberra, Australian Development Agency, 1977, 249 p.
- 6) KEMP, R. International provenance research on Central American pines. **Commonwealth Forestry Review**, 151, 1973.
- 7) TRAINING COURSE ON FOREST TREE IMPROVEMENT. Kenya, Rome, FAO/DANIDA, 1974, 344 p.
- 8) TREE IMPROVEMENT SHORT COURSE. Raleigh, North Carolina State University. School of Forest Resources, 1971.
- 9) WRIGHT, J.W. **Introduction to forest genetics.** New York, Academic Press, 1976, 463 p.

ANEXOS

LIVRO DE ANOTAÇÕES: _____ N.º DO BLOCO NO VIVEIRO _____
N.º DO CANTEIRO _____
VIVEIRO DE PESQUISA _____

I – SEMEADURA

1. Espécie _____ Lote n.º _____
2. Origem das sementes _____
3. Ficha de controle da colheita de sementes n.º _____
4. Tratamento das sementes antes da semeadura _____

5. Data da semeadura _____
6. Quantidades de sementes utilizadas na semeadura _____
7. Mistura de solo usada no viveiro/caixa/recipientes _____
8. Data do início da germinação _____
9. Tratamento das mudas em canteiro/caixa/recipientes
 - a) Cobertura _____
 - b) Regas _____
 - c) Sombreamento _____
 - d) Eliminação de ervas daninhas _____
 - e) Poda do sistema radicular _____
 - f) Inoculações _____
10. Observações sobre o estado sanitário das mudas no canteiro/caixa/recipientes _____

II – REPICAGEM

11. Detalhes da repicagem – Repicadas em:

Data da repicagem	Colocação em: canteiro/caixa/ recipiente	Tamanho médio das mudas	Número de mudas
TOTAIS			

12. Número médio de mudas obtidas por grama _____
13. Mistura de solo usada na repicagem: _____
14. Anotações sobre o estado sanitário das mudas após repicagem _____
15. Número de mudas vivas um mês após a repicagem _____

16. Outras observações _____

17. Tratamento das mudas no canteiro/caixas/recipiente:
- a) Cobertura _____
 - b) Regas _____
 - c) Sombreamento _____
 - d) Eliminação de ervas daninhas _____
 - e) Poda do sistema radicular _____
 - f) Inoculações _____
 - g) Adubações _____
18. Anotações em relação às características das mudas:
- a) Coloração _____
 - b) Mudas vigorosas/vigorosas e fracas/fracas _____
 - c) Outras anotações _____
19. Houve seleção das mudas: Sim ou Não _____ Quando _____
Porcentagem selecionada _____

III – MUDAS PARA PLANTIO

20. Remoção das mudas do viveiro

Data de saída	Número de mudas	Tamanho médio (cm)	Uniformes ou variáveis	Parcela n.º
TOTAIS				

21. Anotações sobre o estado sanitário das mudas para plantio _____

Coloração _____ Mudas vigorosas/Mistura vigorosas e fracas/Fracas _____

Outra _____ anotações

22. Houve algum trato cultural das mudas antes do plantio _____

Podas das raízes, poda na parte aérea, etc. _____

Outras anotações _____

23. Foram as mudas selecionadas antes do plantio: Sim ou Não _____

Porcentagem selecionada _____

24. Outras anotações _____

IV – MUDAS PARA REPLANTIO

25. Número de mudas no viveiro para replantio _____

26. Número de mudas úteis na época do replantio _____

27. Tamanho médio das mudas utilizadas no replantio _____

ANOTAÇÕES GERAIS EM RELAÇÃO À ÁREA EXPERIMENTAL

PARTE A

Projeto n.º _____ Título _____

Localidade _____ Propriedade _____ Cia _____

Data da instalação _____

Delineamento experimental: tipo, número de tratamentos; forma e tamanho da parcela; número de plantas mensuráveis; número de repetições; espaçamento; tipo de bordadura; área do ensaio: _____

I – DESCRIÇÃO DO LOCAL

Aspecto _____ Declividade _____

Tipo(s) de solo(s) _____

Rocha mãe _____

Outras anotações _____

II – VEGETAÇÃO NO LOCAL DA EXPERIMENTAÇÃO

Tipo de vegetação _____

Nomes e alturas das árvores dominantes (em função da maior frequência) _____

Cobertura Densa/Média/Rala _____

Nomes e alturas das árvores de subosque (Intermediárias) em função da maior frequência

Cobertura Densa/Média/Rala _____

Principal espécie na cobertura do solo _____

Cobertura do solo – Densa/Média/Rala _____

Altura Média _____

Outras anotações _____

III – DESCREVER RESUMIDAMENTE QUAIS AS ATIVIDADES ANTERIORES NA ÁREA ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO (PASTAGEM, AGRICULTURA, ETC.)

IV – PREPARO DO SOLO

Data da derrubada _____ Método _____

Data da destoca _____ Método _____

Detalhes sobre os resíduos da vegetação no solo (lenha grossa, tocos, cepas, etc.) _____

Data _____

Detalhes sobre os resíduos de cinzas e madeira de ramos _____

Data _____

Tipo e profundidade do preparo do solo _____

Outros detalhes _____

Parcela n.º _____
Projeto n.º _____
Companhia _____
Data da instalação _____

DADOS DA PARCELA EXPERIMENTAL

PARTE B

I – PLANTIO

Espécie _____ Tratamento n.º _____

Viveiro onde as mudas foram produzidas _____

Data do plantio _____ Tipo de muda _____

Altura média no plantio _____ Amplitude _____

Outras observações _____

Detalhes em relação à identificação e ao número de mudas reservadas para o plantio _____

II – SEMEADURA DIRETA NO CAMPO

Sementes/Frutos usados na semeadura. Houve pré-tratamento? Sim ou Não _____

Se houve, detalhes básicos _____

Semeadura em cova/linha _____ Data _____

Número de sementes/frutos por cova _____

Outras anotações importantes _____

III – APLICAÇÃO DE ADUBOS

Data	Formulação	Tipo de adubo	Método de aplicação	Quantidade	
				Por planta	Por hectare

IV – CONTROLE DE ERVAS DANINHAS

Data	Como foi feito o controle (capina, gradagem, herbicidas, etc.)	Anotação sobre a efetividade da prática cultural

V – DESRAMA E DESBASTE

Data	Altura média da parcela	Altura dominante da parcela	Tipo de desbaste	\$ de desbaste	Desrama a (m)	Observações Volume retirado

VI – OUTRAS OPERAÇÕES

Data	DETALHES
	(Retirada de amostras para avaliações tecnológicas especificando Projeto)