



---

## CIRCULAR TÉCNICA, 34

---

# MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES MELHORADAS DE ERVA-MATE



**COMITÊ DE PUBLICAÇÕES DA EMBRAPA FLORESTAS  
1999/2000**

Helton Damin da Silva - **Presidente**  
Guiomar Moreira de Souza Braguinha - **Secretária Executiva**

**Normalização Bibliográfica**  
Lidia Woronkoff

Carmen Lucia Cassilha Stival

Jarbas Yukio Shimizu	Sergio Ahrens
Moacir José Sales Medrado	Rivail Salvador Lourenço
Edilson Batista de Oliveira	Antonio Carlos de S. Medeiros
Susete do Rocio C. Penteadó	Honorino Roque Rodigheri
Erich Gomes Schaitza	Américo Pereira de Carvalho
Patrícia Póvoa de Mattos	José Alfredo Sturion

**COMITÊ EDITORIAL TEMPORÁRIO DA EMBRAPA FLORESTAS  
1999**

Jarbas Yukio Shimizu	Sergio Ahrens
José Elidney Pinto Junior	Celso Garcia Auer

**PRODUÇÃO**

**ÁREA DE COMUNICAÇÃO E NEGÓCIOS**

Supervisor: Pedro Jorge Fasolo

**LAYOUT DA CAPA**

Guiomar Moreira de Souza Braguinha

**TRATAMENTO EDITORIAL E REVISÃO DE TEXTO**

Sergio Ahrens

Guiomar Moreira de Souza Braguinha

**COMPOSIÇÃO E DIAGRAMAÇÃO**

Guiomar Moreira de Souza Braguinha

**IMPRESSÃO**

Capa: Gráfica Radial Ltda.

Texto: **Embrapa Florestas**

nov./99

**Embrapa**

---

**Florestas**

**CIRCULAR TÉCNICA, 34**

**ISSN 1517-5278**

**MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES  
MELHORADAS DE ERVA-MATE**

José Alfredo Sturion  
Marcos Deon Vilela de Resende  
Dalnei Dalzoto Neiverth  
Afonso Oliszeski  
Rueidi Bastos

**Colombo, PR  
1999**

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

***Embrapa Florestas***

Estrada da Ribeira, km 111

Caixa Postal 319

83411-000 - Colombo, PR, Brasil

Fone: (041) 766-1313

Fax: (041) 766-1276

E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

Tiragem: 300 exemplares

STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V.; NEIVERTH, D.M.;  
OLISZESKI, A.; BASTOS, R. Métodos de produção de  
sementes melhoradas de erva-mate. Colombo: Embrapa  
Florestas, 1999. 15p. (Embrapa Florestas. Circular  
Técnica, 34).

1. Semente 2. Erva-mate. 3. Muda. 1. Título. II. Série.

CDD 634.9562  
©*Embrapa*, 1999

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	07
a) Área de Coleta de Sementes (ACS) .....	07
b) Área de Produção de Sementes (APS) .....	08
c) Pomares de Sementes (PS) .....	10
c.1) Pomar de Sementes Clonal (PSC) .....	10
c.2) Pomar de Sementes Biparentais ou Biclonais .....	11
c.3) Pomar de Sementes por Mudas .....	11
RECOMENDAÇÕES PARA O ESTABELECIMENTO DE TESTES COMBINADOS DE PROCEDÊNCIA E PROGÊNIE .....	12
d) Jardins Clonais e Plantios Clonais (PC) .....	12
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE PROPÁGULOS MELHORADOS .....	13
COMENTÁRIOS ADICIONAIS .....	14
LITERATURA CONSULTADA .....	15



# MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES MELHORADAS DE ERVA-MATE

José Alfredo Sturion\*  
Marcos Deon Vilela de Resende\*\*  
Dalnei Dalzoto Neiverth \*\*\*  
Afonso Oliszeski\*\*\*\*  
Rueidi Bastos\*\*\*\*\*

## INTRODUÇÃO

A maior parte das sementes destinadas à produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) são oriundas de ervais nativos ou plantados, sem nenhum critério de seleção. Como consequência, os povoamentos apresentam crescimento heterogêneo, com reflexos negativos no produto final. Os seguintes métodos são aplicáveis ao melhoramento genético dessa espécie: a) área de coleta de sementes; b) área de produção de sementes; c) pomar de semente clonal; d) pomar de sementes por mudas; e) testes de progênie e seleção de parentais, e f) jardim clonal e plantio clonal. Os dois primeiros, são de fácil instalação; os demais exigem procedimentos mais elaborados. Esse trabalho têm por objetivo detalhar, sucintamente, esses métodos, com ênfase ao melhoramento da erva-mate.

### a) Área de Coleta de Sementes (ACS)

Coleta-se sementes de árvores mães selecionadas em extensas áreas. Normalmente, esta seleção envolve várias características, tais como: produção de massa foliar, adaptação, tolerância a geadas, ocorrência de insetos e doenças, etc. O custo envolvido com a implantação destas áreas é baixo. Os ganhos obtidos por este método são relativamente baixos, sendo mais eficientes para caracteres de alta herdabilidade. Neste caso, não há limite quanto à intensidade de seleção. Geralmente, esse método é empregado nas populações genéticas de material selvagem.

---

\* Eng. Florestal, Doutor, CREA-PR, nº 47.263/D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

\*\* Eng.-Agrônomo, Doutor, CREA-PR, nº 50.602/D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

\*\*\* Eng.-Agrônomo, Bacharel, CREA-PR, nº 21.015/D, Responsável Técnico da Chimarrão Bitumirim.

\*\*\*\* Sócio-Diretor da Chimarrão Bitumirim.

\*\*\*\*\* Técnico Florestal, CREA-PR, nº 2.450-TD, Assistente de Operações da *Embrapa Florestas*.

Em um povoamento natural ou artificial de erva-mate, os seguintes passos devem ser adotados:

- avaliação da produtividade de cada planta, com base em peso de folhas e ramos finos;
- identificação das plantas femininas mais produtivas;
- colheita de sementes, somente das plantas femininas mais produtivas; e
- produção de mudas, a partir das sementes colhidas.

O número de plantas femininas a serem utilizadas para a colheita depende da quantidade necessária de sementes. Em geral, quanto menor o número de plantas utilizadas para a colheita de sementes, maior o ganho genético em produtividade. Safras posteriores poderão ser medidas nas plantas originais, visando a confirmação da seleção. Quanto maior o número de safras avaliadas, maior será o ganho em produtividade.

Para comparação dos métodos de produção de sementes, considerou-se a herdabilidade no sentido restrito ( $h^2$ ) para massa foliar como 20%, valor obtido por Sturion et al. (1999), um coeficiente de variação fenotípico ao nível de indivíduo ( $C.V_{F.}$ ), para essa característica, de 60% e uma área de seleção equivalente a 1 ha com 2.000 plantas. Inicialmente, essa área deve ser subdividida em quatro estratos, o mais homogêneo possível, quanto às condições ambientais, sendo que cada estrato deve ter cerca de 500 árvores. Para a instalação da ACS, recomenda-se selecionar 40 árvores por ha, ou seja 10 árvores por estrato, o que equivale a uma intensidade de seleção de 2% ( $i = 2,42$ ). Com base nesses valores tem-se a seguinte estimativa de ganho genético:

$$Gs_{(\%)} = \frac{1}{2} \cdot i \cdot h^2 \cdot (C.V_{F.})$$

$$Gs_{(\%)} = 14,5\%$$

Considerando um erval com uma produção de 8.000 kg por hectare, é previsto um ganho adicional de 1.160 kg por hectare, pela utilização de sementes obtidas de ACS.

## **b) Área de Produção de Sementes (APS)**

Coleta-se sementes de árvores selecionadas, as quais recebem pólen provenientes de árvores também selecionadas. Os fenótipos inferiores são removidos por meio de desbastes. Caracteriza-se pela produção de material superior a curto prazo e baixo custo. A área de uma APS varia em função da disponibilidade do material genético manipulado e da demanda de sementes, para suprir as necessidades do programa de reflorestamento. Para uma boa produção de sementes, recomenda-se uma área com, no



mínimo, 1 ha. Essa área deve ser subdividida em quatro estratos, selecionando-se, em cada estrato, cerca de 50 árvores, o que equivale a uma intensidade de seleção de 10% ( $i = 1,76$ ), totalizando 200 árvores selecionadas por hectare (espera-se que metade delas seja do sexo feminino). Em função do sistema reprodutivo da erva-mate, é necessário isolar a APS de outros talhões da mesma espécie, nos quais não foi feita a seleção. Recomenda-se, então, uma distância mínima de 300 metros. O isolamento pode ser feito por meio de espécies que não se cruzam com a espécie de interesse. Pode ser feito, também, por meio de poda das plantas de erva-mate que estão localizadas dentro dessa distância mínima da APS, antes de sua floração. No estabelecimento de APS, é importante considerar a pureza genética do talhão e o conhecimento da origem e base genética das sementes.

Para a instalação de uma APS, em um povoamento natural ou artificial, os seguintes procedimentos devem ser adotados:

- avaliação da produtividade de cada planta, com base em peso de folhas e ramos finos;
- identificação das plantas femininas e masculinas mais produtivas;
- desbaste com eliminação das piores plantas femininas e masculinas;
- colheita de sementes das plantas remanescentes; e
- produção de mudas a partir das sementes colhidas.

As demais considerações efetuadas para ACS são válidas, exceto que as avaliações de safras adicionais só poderão ser realizadas nas plantas remanescentes quando, então, novos desbastes poderão ser aplicados. A vantagem da APS, em relação a ACS, está no fato das árvores destinadas à produção de sementes estarem concentradas em uma área, o que facilita o acompanhamento da frutificação, a coleta de sementes e os tratamentos culturais necessários para uma boa produção de frutos. Na ACS, as plantas produtoras de sementes ficam dispersas no povoamento.

Com base nos valores considerados, o ganho genético estimado com a instalação da APS é o seguinte:

$$Gs_{(\%)} = i \cdot h^2 \cdot (C \cdot V_{F.})$$

$$Gs_{(\%)} = 21\%$$

No caso de um erval com uma produção de 8.000 kg por hectare, é previsto um ganho adicional de 1.680 kg por hectare, pela utilização de sementes obtidas de APS.

### **c) Pomares de Sementes (PS)**

Pomares de sementes consistem de plantações de árvores ou clones selecionados, devidamente isolados e manejados para produção de sementes, com maiores ganhos genéticos no menor período de tempo e ao menor custo possível. Possibilita que intensidades de seleção altas sejam aplicadas (por exemplo 1 : 1.000) e ganhos relevantes sejam obtidos.

Existem dois tipos de pomares de sementes: Pomar de Sementes Clonal e Pomar de Sementes por Mudas; ambos visam a maximização de cruzamentos não aparentados entre árvores selecionadas.

#### **c.1) Pomar de Sementes Clonal (PSC)**

Consiste em se propagar vegetativamente as árvores superiores. Da mesma forma que para APS, deve ser isolado para evitar a entrada de pólen inferior. Dentre as principais vantagens dos pomares clonais destaca-se a precocidade na produção de sementes, especialmente quando a enxertia é o método de propagação.

A partir de povoamentos naturais ou artificiais, as seguintes etapas devem ser implementadas:

- avaliação da produtividade de cada planta, com base em peso de folhas e ramos finos;
- identificação das plantas femininas e masculinas, com maiores produtividades;
- propagação vegetativa das plantas femininas e masculinas selecionadas, para um pomar de recombinação.
- colheita de sementes do pomar de sementes ou de recombinação; e
- produção de mudas a partir das sementes colhidas.

Neste procedimento, poderá ser utilizado um menor número de plantas femininas e masculinas do que aquele empregado para APS, pois a distribuição espacial das plantas selecionadas será melhor e os indivíduos poderão ser repetidos várias vezes, aumentando a disponibilidade de sementes. Dessa forma, o ganho genético em produtividade será maior do que em Áreas de Coleta de Sementes e Áreas de Produção de Sementes. Para a instalação do PSC, deve-se selecionar em torno de 40 plantas, ou seja 4 plantas por ha, subdividido em 4 estratos ( $i = 2,90$  para uma intensidade de seleção de 0,2%). Recomenda-se o espaçamento de 5 m x 10 m entre árvores, ou seja 200 árvores/ha, para a produção de uma boa quantidade de sementes, sendo 20 clones femininos e 20 masculinos. As árvores de um mesmo clone não devem ser colocadas próximas. Nesse caso, o ganho genético estimado é de:

$$Gs_{(\%)} = i. h^2. (C. V_{F'})$$

$$Gs_{(\%)} = 34,8\%$$

Num erval com uma produção de 8.000 kg por hectare, preve-se uma produção adicional de 2.784 kg utilizando-se sementes oriundas de PSC.

### **c.2) Pomares de Sementes Biparentais ou Biclonais**

A formação destes pomares é similar ao método descrito para PSC, exceto que deverão ser propagadas apenas a melhor planta feminina e a melhor planta masculina, para o pomar de sementes. No pomar, cada indivíduo será representado por várias estacas ou rametes, para suprir, adequadamente, a necessidade de sementes.

Devido à alta intensidade de seleção, recomenda-se a utilização deste método somente quando várias safras forem avaliadas, em cada indivíduo.

### **c.3) Pomar de Sementes por Mudás (PSM)**

O pomar de sementes por mudas pode ser instalado a partir de um teste de progênie. Neste método, os seguintes procedimentos devem ser adotados:

- colheita de sementes de matrizes previamente selecionadas;
- produção de mudas, em separado, para cada matriz;
- plantio das mudas produzidas em local adequado (limpo, plano e com tratos culturais adequados), identificando as mudas de acordo com as matrizes;
- avaliação da produtividade de todas as plantas, computando o total produzido por todas as plantas de uma matriz;
- identificação das matrizes mais produtivas, com base na produtividade de suas progênies;
- propagação das melhores matrizes para um pomar (conforme PSC), juntamente com algumas plantas masculinas já selecionadas; e
- produção de mudas a partir das sementes colhidas no pomar.

Outra alternativa consiste em manejar o próprio teste de progênie para produção de sementes geneticamente melhoradas. Nesse caso, o teste pode ser implantado em delineamento de blocos ao acaso. Por meio de desbaste das piores progênies e das árvores inferiores de progênies selecionadas, o teste é transformado em PSM de polinização aberta. Se forem efetuados cruzamentos controlados, o pomar será denominado de Pomar de Sementes por Mudás de polinização controlada. A previsão de ganho por esse método é mais difícil, já que é necessário computar o ganho devido a seleção entre progênies e outro relativo à seleção massal dentro de progênies. Contudo, espera-se ganhos da ordem daqueles estimados para PSC de primeira geração.

## **RECOMENDAÇÕES PARA O ESTABELECIMENTO DE TESTES COMBINADOS DE PROCEDÊNCIA E PROGÊNIE**

- 1) Dentro da área de ocorrência da espécie, identificar, no mínimo, três regiões (procedências) representativas.
- 2) Em cada região, amostrar, pelo menos 25 árvores; é desejável manter uma distância de pelo menos 100 m entre as árvores amostradas.
- 3) As sementes devem ser coletadas e mantidas individualizadas por árvore. A quantidade de sementes a ser coletada depende da quantidade de testes a serem instalados. Recomenda-se a instalação do teste de progênie nas regiões ecologicamente diferentes.
- 4) O teste pode ser instalado em blocos ao acaso com 10 repetições. As parcelas podem ser lineares com 6 plantas. Portanto, cada matriz será representada por 60 plantas, em cada teste.
- 5) As progênies devem ser totalmente aleatorizadas dentro de cada bloco.
- 6) Para se calcular o número de mudas, por progênie, deve-se considerar, por segurança, um replantio de 30%.

### **d) Jardins Clonais e Plantios Clonais (PC)**

A propagação vegetativa é possível em erva-mate. A seguir, são relatados os procedimentos que devem ser realizados visando aos plantios clonais:

- avaliação de várias safras (no mínimo três), em várias plantas;
- seleção das melhores plantas, com base na média das safras;
- propagação das plantas selecionadas para um jardim clonal, onde serão mantidas rebaixadas e servirão como fontes de estacas para os plantios clonais; e
- produção e plantio de mudas clonais obtidas a partir do jardim clonal.

## COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE PROPÁGULOS MELHORADOS

Dentre esses métodos, o mais eficiente, para aumentar a produtividade, é a seleção de parentais com base em testes de progênie, ou a identificação de indivíduos superiores dentro do próprio teste, embora seja o mais trabalhoso e demorado. Entretanto, este método pode ser adotado conjuntamente com outros mais rápidos (ACS e APS), os quais gerarão material melhorado a curto prazo. Dentre os demais métodos, os mais eficientes são, em ordem decrescente: PC, PSB, PSC, APS e ACS.

ACS e APS são métodos importantes no início de programas de melhoramento, ou quando há necessidade de produção de sementes melhoradas a curto prazo. A magnitude do progresso genético, obtido através desses métodos, está relacionada ao controle genético da característica sob seleção. A esse respeito, não foram detectados na literatura resultados sobre controle genético de características importantes, tais como teor de cafeína ou de saponinas. Nesse sentido, torna-se importante o estabelecimento de testes de progênie, os quais, além da produção de propágulos melhorados, permitem estudos básicos sobre o controle genético de características importantes para a seleção. Ressalte-se que o conhecimento da variabilidade genética de uma característica e seu controle genético é de fundamental importância para o estabelecimento da estratégia de melhoramento, bem como para se estimar o progresso genético. Por outro lado, as sementes produzidas em um determinado teste de progênie visam, prioritariamente, atender a região cujos aspectos ecológicos de clima e solo ele representa. Em outras palavras, as sementes melhoradas geneticamente podem não repetir o seu comportamento superior em outras regiões, em virtude do fenômeno denominado interação genótipo x ambiente. Nesse sentido, duas estratégias devem ser apresentadas: a) selecionar genótipos superiores para um ambiente específico e b) selecionar genótipos mais estáveis, ou seja, que desenvolvam bem em uma ampla diversidade de ambientes, lembrando, porém, que essa técnica acarreta, invariavelmente, em perdas de ganho em relação àqueles possíveis de serem obtidos através da seleção de genótipos especializados em um determinado ambiente.

Com base nessas considerações, é nosso entendimento que um programa de melhoramento genético da erva-mate tenha um caráter interinstitucional e seja baseado, na estratégia de longo prazo, em testes combinados de procedência e progênie com os seguintes objetivos:

- a) desenvolver material propagativo melhorado de erva-mate com alto potencial produtivo, para as diferentes regiões ecológicas.

- b) gerar conhecimentos básicos em genética de erva-mate, visando dar subsídios técnicos ao desenvolvimento de programas eficientes de melhoramento da espécie.

A opção por testes combinados de procedência e progênie tem o propósito de ganhar tempo, já que programas de melhoramento de espécies perenes demandam longos períodos. Para o eficiente funcionamento, na prática, é necessário estabelecer uma ampla rede de testes de progênie, nas distintas regiões ecológicas, contendo, basicamente, o mesmo material genético, para se obter inferências sobre genótipos especialistas e generalistas. Por sua vez, a seleção de genótipos superiores deve ser efetuada com base em valores genéticos dos candidatos à seleção. Um ponto importante a ser definido é a escolha das características que deverão ser objeto de seleção. No nosso entendimento, numa primeira etapa, devem ser incluídas a produção de massa foliar, bem como a resistência a pragas e doenças. Em seguida, características relacionadas à qualidade do produto. Com respeito à qualidade do produto, compete ao empresário estabelecer os parâmetros, de acordo com as exigências do mercado consumidor. É importante relatar que, quando “n” caracteres independentes são selecionados simultaneamente, o progresso genético em cada um deles corresponde a apenas  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  daquele que seria obtido, caso fosse considerado cada caráter individualmente. Assim, é fundamental priorizar os caracteres por ordem de importância e, inicialmente, concentrar esforços em um ou poucos, trabalhando com os demais em fases posteriores. Outro aspecto interessante é a possibilidade de se explorar outros produtos derivados da erva-mate. Nesse sentido, o estabelecimento de testes combinados de procedência e progênie, pode auxiliar na detecção de genótipos mais adequados, para um determinado produto.

## COMENTÁRIOS ADICIONAIS

Com o propósito de determinar a quantidade de sementes necessária para a instalação dos testes de progênie, considerar, em média:

- a) período de coleta de sementes: de janeiro a março.
- b) 7 a 9 kg de frutos para 1 kg de sementes.
- c) 10 kg de frutos por árvore adulta, quando a pleno sol.
- d) 5 kg de frutos por árvore adulta, quando em sub-bosque.
- e) 120 a 140 mil sementes por kg.
- d) 12 a 20 mil mudas por kg de sementes.

## LITERATURA CONSULTADA

- MAZUCHOWSKI, J.Z. **Manual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Curitiba: EMATER-PR, 1989. 104p.
- RESENDE, M.D. de; STURION, J.A.; MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 31p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 25).
- STURION, J.A.; RESENDE, M.V. de; CARPANEZZI, A.A. Controle genético e estimativa de ganho genético para peso de massa foliar em erva-mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo. No prelo.
- VENKOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

Presidente: **Fernando Henrique Cardoso**

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO**

Ministro: **Marcus Vinicius Pratini de Moraes**

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**

Diretor-Presidente: **Alberto Duque Portugal**

Diretores Executivos:

**Dante Daniel Giacomelli Scolari**

**Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha**

**José Roberto Rodrigues Peres**

***Embrapa Florestas***

Chefe Geral: **Carlos Alberto Ferreira**

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: **Helton Damin da Silva**

Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio: **A. Paulo M. Galvão**

Chefe Adjunto de Apoio Administrativo: **J. Alfredo Sotomaior Bittencourt**



## **MISSÃO**

***“Viabilizar soluções tecnológicas para o uso múltiplo e a conservação de recursos florestais para o desenvolvimento sustentável por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos científicos e tecnológicos em benefício da sociedade”.***



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Florestas  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

