

Escolha de fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para Santa Catarina



Dorli Mario Da Croce
Antonio Rioyei Higa
Paulo Alfonso Floss



Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia
de Santa Catarina S.A.

FL 2341
BOLETIM TÉCNICO Nº 69



Escolha de fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para Santa Catarina

Dorli Mario Da Croce
Antonio Rioyei Higa
Paulo Alfonso Floss



Epagri

**EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA S.A.
FLORIANÓPOLIS**

1994

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina S.A. - EPAGRI
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi - Caixa Postal 502
Fone (0482) 34-1344 e 34-0066 - Fax (0482) 34-1024 - Telex 482 242
88034-901 - Florianópolis, SC, Brasil

Editado pela Gerência de Metodologia e Comunicação - GMC/EPAGRI

Assessoria científica deste trabalho: Airton Rodrigues Salerno

Primeira edição: setembro de 1994

Tiragem: 1.600 exemplares

Impressão: EPAGRI

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

Referência bibliográfica

DA CROCE, D.M.; HIGA, A.R.; FLOSS, P.A. *Escolha de fontes de sementes de erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.) para Santa Catarina*. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 23p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 69).

1. Erva-mate - Sementes - Seleção. I. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, SC. II. Título. III. Série.



A EMBRAPA participa do capital acionário da EPAGRI.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS	5
Resumo/Abstract	7
1 Introdução	8
2 Revisão de literatura	9
2.1 Rentabilidade da cultura da erva-mate	9
2.2 Distribuição natural da erva-mate e escolha de procedências .	9
2.3 Produção de sementes de erva-mate	10
2.4 Estimativas de ganhos genéticos em seleções fenotípicas.....	12
3 Material e métodos	12
3.1 Procedências das sementes	12
3.2 Produção de mudas	13
3.3 Localização do experimento	13
3.4 Preparo do solo	14
3.5 Delineamento experimental	14
3.6 Adubação	14
3.7 Tratos culturais	14
3.8 Poda de formação	14
3.9 Avaliações	15
3.9.1 Avaliação da biomassa foliar antes da poda	15
3.9.2 Avaliação da biomassa foliar um ano após a poda (rebrotas) .	15
4 Resultados e discussão	15
4.1 Estimativa de produtividade de erva-mate para comparação de procedências	15

	Pág.
4.2 Comparação de procedências com base na produtividade de biomassa foliar	16
4.3 Estimativas de ganhos de produtividade pelo uso de sementes melhoradas produzidas na Área de Produção de Sementes	19
5 Conclusões	21
6 Agradecimentos	21
7 Literatura citada	22

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 - Localização geográfica das procedências das sementes de erva-mate plantadas em Chapecó e Três Barras, SC	12
Tabela 2 - Valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis (diâmetro, altura e volume da copa) avaliadas em diferentes idades e valores estimados para os índices de biomassa foliar ($I = \text{volume da copa} \times \text{metade da nota de densidade atribuída à copa}$). Valores estimados para a repetição cinco do experimento plantado em Chapecó, SC, constituída de 320 plantas	16
Tabela 3 - Valores de F estimados para a variável volume de copa, aos três (VC3), quatro (VC4), cinco (VC5), seis (VC6) e sete (VC7) anos de idade, para os fatores procedências, local de plantio e interação procedência x local. Médias para locais e superioridade (%) de Chapecó em relação a Três Barras. VC em m ³	17
Tabela 4 - Correlação de Pearson entre localizações geográficas das procedências das sementes (latitude, longitude e altitude) e produtividade de erva-mate. A produtividade é expressa em volume de copa aos três (VC3), quatro (VC4), cinco (VC5), seis (VC6) e sete (VC7) anos de idade. Os experimentos foram plantados em Chapecó (C) e Três Barras (T), SC. As correlações foram estimadas com base nas médias das quinze procedências para ambos os locais ..	18
Tabela 5 - Comparação entre procedências, pelo teste Scheffé, com base nos valores de I estimados para avaliações do sexto e sétimo ano e rebrota	19

Tabela 6 - Estimativas de ganhos de produtividade, aos sete anos, pelo uso de sementes produzidas atualmente na Área de Produção de Sementes	20
--	----

Escolha de fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para Santa Catarina

Dorli Mario Da Croce¹

Antonio Riroyei Higa²

Paulo Alfonso Floss³

Resumo

O trabalho teve por objetivo selecionar fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para Santa Catarina, com base em um teste de procedências instalado nos municípios de Chapecó e Três Barras. A análise da produção de biomassa foliar, baseada em volume e densidade de copa, mostrou que a produtividade da espécie é 2,5 a 3,1 vezes superior em Chapecó, em relação a Três Barras. Maiores produtividades foram obtidas, em ambos os locais, usando sementes de procedências de maior latitude. A produtividade estimada para plantios usando sementes coletadas em uma área de produção de sementes, estabelecida a partir de desbastes realizados no teste de procedência instalada em Chapecó, foi 5,58% superior em relação à produtividade estimada para plantios oriundos de sementes colhidas em populações nativas locais.

-
1. Eng. florestal, M.Sc., Cart. Prof. nº 29.978, CREA-SC, EPAGRI, CTA do Oeste Catarinense/CPPP, C.P. 791, Fone (0497) 22-4877, Telex 497 287, 89801-970 - Chapecó, SC.
 2. Eng. florestal, Ph.D., Cart. Prof. nº 52.583/D, CREA-SP, EMBRAPA, C.P. 319, 83405-970, Colombo, PR.
 3. Eng. florestal, Cart. Prof. nº 21.797, CREA-SC, EPAGRI, CTA do Oeste Catarinense/CPPP, C.P. 791, Fone (0497) 22-4877, Telex 497 287, 89801-970 - Chapecó, SC.

Selection of seed sources of erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) to Santa Catarina State

Abstract

Selection of seed sources of erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) to establish plantations in Santa Catarina State is discussed in this paper. The statistical analysis of biomass production, estimated based on crown volume and density, showed that the species is 2,5 to 3,1 times more productive in Chapecó than in Três Barras. Positive correlations were observed between biomass production and latitudes of seed sources, in both sites. The productivity estimated for plantations using seeds harvested in a seed production area, established after thinning operations on the provenance test planted in Chapecó, was 5,58% superior than that estimated for plantations originated from seeds collected from native trees in the region.

1 Introdução

A extração da erva-mate é uma das atividades econômicas mais antigas desenvolvidas na região Sul do Brasil. Por ser uma espécie nativa encontrada com grande frequência, principalmente nas Matas de Araucária, não houve preocupações na busca de conhecimentos de sua silvicultura.

Mais recentemente, verificou-se uma diminuição das áreas produtoras de erva-mate, em função do avanço das culturas agrícolas na região. O manejo inadequado dos ervais nativos, devido ao desconhecimento dos ervateiros, também contribuiu para extinção de grande número de árvores nativas. A diminuição da área produtora foi o principal fator da transformação do setor, de exportador para importador de matéria-prima.

O desequilíbrio entre a oferta e a demanda de erva-mate e a melhoria na rentabilidade do empreendimento (DA CROCE & NADAL 1992) têm ocasionado um crescente interesse no plantio dessa espécie. Assim, tem-se observado uma crescente procura por técnicas mais adequadas aos recursos humanos e tecnológicos de cada região e por sementes melhoradas geneticamente e fisiologicamente.

A primeira etapa normalmente desenvolvida em um programa de produção de sementes melhoradas geneticamente é a escolha de uma

população com características desejadas e que apresente base genética adequada. A variação genética entre procedências, devido à variação geográfica da área de ocorrência natural da espécie, é o principal parâmetro usado no processo de escolha da população base, utilizado para espécies florestais.

Este trabalho teve por objetivo selecionar fontes de sementes de erva-mate para Santa Catarina, com base em um teste de procedências plantado nas regiões Oeste e Nordeste do Estado.

2 Revisão de literatura

2.1 Rentabilidade da cultura da erva-mate

A cultura da erva-mate é um empreendimento economicamente viável. Isto foi demonstrado num estudo desenvolvido por DA CROCE & NADAL (1992), analisando o retorno econômico de consórcios. Foram testados nove espaçamentos em erva-mate e três densidades de milho e de soja, havendo alta taxa interna de retorno para todos os espaçamentos e densidades das culturas anuais. Quando incluído o custo da terra, a taxa interna de retorno variou de 23,8 a 35,0% e quando não foi incluído esse custo a taxa interna de retorno variou de 50,4 a 71,5%.

2.2 Distribuição natural da erva-mate e escolha de procedências

A erva-mate ocorre naturalmente em parte do Brasil, Argentina e Paraguai, entre as latitudes de 21° e 30° sul, longitudes de 48° e 56° oeste e altitudes variáveis entre 200 e 1.200m. O clima predominante é o Cfb de acordo com a classificação de Koeppen, ou seja temperado sem estação seca, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C. A espécie também ocorre nos tipos climáticos Cfa e Cwa. A precipitação pluviométrica média anual está em torno de 1.500mm. A presença de erva-mate é mais freqüente em solos com baixo teor de nutrientes trocáveis e alto de alumínio (OLIVEIRA & ROTTA 1983).

De acordo com BURLEY & WOOD (1976), estudos de procedências de espécies florestais com larga distribuição geográfica, como é o caso da erva-mate, devem ser realizados em duas etapas. Na primeira a escolha de procedências a serem incluídas no teste deve ser baseada numa amostragem ampla, envolvendo as diferentes condições edafoclimáticas da área de sua

ocorrência natural. Nessa etapa, o número de procedências deve ser elevado, o número de plantas por procedência deve ser pequeno e o ciclo de avaliação curto. Já na segunda etapa, o teste deveria ser realizado com poucas procedências, ou seja apenas com as procedências que demonstrarem algum potencial na primeira etapa; o número de plantas por procedência deve ser maior e as plantas avaliadas em ciclos mais longos.

Na prática, no entanto, essa orientação é muito difícil de ser seguida em função da extinção das árvores nativas. Muitas populações naturais desapareceram nesses últimos 30 anos e, na maioria das vezes, é impossível retornar às árvores, ou mesmo às populações amostradas na primeira fase. Outra limitação é a duração do experimento. Como várias colheitas são realizadas na mesma árvore, em vários anos, é importante que a seleção da árvore seja baseada também na produtividade da rebrota. Assim, é comum a instalação de testes de procedências amostrando-se um número de árvores suficientes para que, uma vez selecionadas, possam ser transformadas em Áreas de Produção de Sementes - APS's ou Pomares de Sementes por Mudas - PSM's, quando as identidades das matrizes são mantidas no teste.

A conversão de testes de procedências de espécies florestais em APS's tem sido usada já há algum tempo. BOLAND et al. (1980) recomendaram a remoção de procedências inferiores e o desbaste das árvores inferiores dentro das parcelas em testes de procedências para produção de sementes melhoradas geneticamente. Os autores citam que essa alternativa, sugerida por Larsen em 1969, foi adotada por Meskimen em 1973 na conversão de um teste de procedências de *Eucalyptus robusta*, com seis anos de idade, plantado nos Estados Unidos, em uma APS.

A adoção dessa alternativa deve, no entanto, ser antecipadamente planejada, ou precedida de uma análise rigorosa sobre a base genética de cada procedência testada, no caso de testes existentes. Eldridge (1977), citado por BOLAND et al. (1980), alertam para o fato que, em muitos casos, as sementes a serem produzidas em APS's convertidas de testes de procedências podem apresentar base genética restrita, em função de as sementes utilizadas no teste serem coletadas de poucas árvores. Assim, esses autores recomendam que essas APS's sejam utilizadas apenas como alternativas de curto prazo e que produção de sementes com base em estratégias de melhoramento de médio e longo prazo sejam consideradas.

2.3 Produção de sementes de erva-mate

Não existem registros de APS's ou PSM's, conforme os conceitos

utilizados para espécies florestais. Praticamente todas as sementes utilizadas atualmente são coletadas em Áreas de Coleta de Sementes - ACS's, constituídas de árvores nativas.

As árvores matrizes nessas ACS's são selecionadas com base no vigor, forma, densidade foliar da copa, e idade (SCHENEIDER & PETRI 1983). MAZUCHOWSKI (1991), além disso, inclui também o histórico de produtividade da erva-mate, a ocorrência não isolada da planta e o tipo de bebida como fatores a serem considerados na escolha de árvores matrizes. BELINGHERI & KRICUM (1992) consideraram que as plantas de erva-mate deveriam ser selecionadas com base na presença de grande número de ramificações laterais, ocorrência não isolada, plantas com poucas camadas de folhas, bom estado fitossanitário e produtividade de folhas.

Sob o ponto de vista da produção de sementes melhoradas geneticamente, os critérios recomendados para seleção de árvores matrizes, pelos diversos autores citados, só seriam importantes se fossem razoavelmente controlados geneticamente, isto é, se as características apresentassem média ou alta herdabilidade. Infelizmente, esse tipo de informação não é disponível para a erva-mate.

BONNER (1974) descreve que a espécie é dióica, e apresenta flores axiais, pequenas e branco-esverdeadas, surgindo na primavera. MAZUCHOWSKI (1991) cita que a presença de insetos e abelhas na época de floração é muito importante para garantir a polinização das flores. O autor recomenda que sejam mantidos apiários ou colmeias de *Apis mellifera* (abelha nativa mirim). O conhecimento da biologia floral de uma espécie é muito importante no planejamento de um programa de produção de sementes. No caso da erva-mate, por exemplo, são necessárias seleções em ambos os sexos e a manutenção de proporções adequadas de plantas fêmeas e plantas machos nas APS's ou PSM's. Além disso, os tipos de vetores de polinização afetam a forma do isolamento de APS's ou PSM's contra pólenes não desejáveis.

De acordo com MAZUCHOWSKI (1991), o florescimento ocorre entre os meses de setembro e dezembro e a frutificação no período de janeiro a março. Desta forma, estudos fenológicos ao nível de plantas são fundamentais para complementar a seleção de plantas que deverão permanecer nas APS's e PSM's.

O início de produção de sementes em plantações de erva-mate varia entre seis anos (DA CROCE 1993) e 30 anos (MAZUCHOWSKI 1991). KRICUM (1993) relata uma produção média de 4 a 12kg de frutos/planta, com respectivo peso de sementes variando de 520 a 1.560g.

2.4 Estimativas de ganhos genéticos em seleções fenotípicas

O ganho genético é o parâmetro que exprime o avanço em termos de média de uma população, para uma determinada característica, em relação à geração atual. Normalmente o ganho ou progresso genético é expresso em percentagem em relação à geração atual.

De acordo com KAGEYAMA (1976), a seguinte expressão pode ser usada para estimar o ganho genético em seleção massal:

$$G = (ds \times h^2)/Xo, \text{ sendo:}$$

G = ganho genético, expresso em percentagem.

ds = diferencial de seleção, ou seja, a diferença entre a média da população selecionada (\bar{X}_s) e a população original (X_o), para uma determinada característica.

h^2 = herdabilidade no sentido restrito para a característica em questão.

A herdabilidade no sentido restrito é um parâmetro que depende da variação genética aditiva e da variação fenotípica, sendo, portanto, específica para cada situação.

3 Material e métodos

3.1 Procedências das sementes

As sementes utilizadas nesse trabalho foram coletadas nas localidades mostradas na Tabela 1. Em cada local, foram amostradas de 14 a 30 árvores, mantendo-se uma distância entre elas de, no mínimo, 100m. Cada procedência foi representada, no experimento, por uma mistura de sementes das árvores amostradas.

Tabela 1 - *Localização geográfica das procedências das sementes de erva-mate plantadas em Chapecó e Três Barras, SC*

Localidade	Latitude sul	Longitude oeste	Altitude (m)	Número matrizes
1. Canoinhas, SC	26°10'	50°22'	760	26

(continua)

(continuação)

Localidade	Latitude sul	Longitude oeste	Altitude (m)	Número matrizes
2. São Francisco de Paula, RS	29°27'	50°35'	912	16
3. Chapecó, SC	27°06'	52°37'	679	25
4. Venâncio Aires, RS	29°37'	52°12'	210	30
5. Água Doce, SC	27°01'	51°33'	868	18
6. Mafra, SC	26°06'	49°48'	808	25
7. Erebango, RS	27°53'	52°15'	700	17
8. Passo Fundo, RS	28°15'	52°24'	676	26
9. Barão de Cotegipe, RS	27°38'	52°23'	530	26
10. Seberi, RS	27°29'	53°24'	700	14
11. Ilópolis, RS	28°56'	52°08'	650	25
12. Concórdia, SC	27°14'	52°08'	550	20
13. Quedas do Iguaçu, PR	25°26'	52°55'	514	25
14. Cerro Azul, Rep. Arg.	27°38'	55°29'	283	-
15. Catanduvas, SC	27°04'	51°40'	800	30
16. Palmas, PR	26°29'	51°59'	1.090	18

3.2 Produção de mudas

As mudas foram produzidas no viveiro do Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades da EPAGRI, em Chapecó, SC. As sementes foram estratificadas em areia, por um período de cinco meses (entre março e julho de 1985). A semeadura foi realizada em canteiros, com substrato constituído de três partes de terra, uma parte de esterco de gado curtido e uma parte de areia. Após a germinação, as plântulas foram repicadas para sacos plásticos preenchidos com um substrato constituído de cinco partes de terra e uma parte de areia. O substrato dos sacos plásticos foi adubado com 3kg de NPK (10:20:10)/m³.

3.3 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em dois locais, Chapecó e Três Barras, no Estado de Santa Catarina. Chapecó está localizado na latitude 27°07'S, longitude 52°37'O e altitude de 679m. A vegetação anterior do local da experimentação era capoeira. O solo do local foi classificado como latossolo

roxo álico. Três Barras está localizado na latitude de 26°11'S, longitude de 50°51'O e altitude de 766m. A vegetação anterior era lavoura de milho e mandioca. O solo do local foi classificado como latossolo húmico distrófico.

3.4 Preparo do solo

Em ambos os locais, o preparo do solo constitui-se de roçada, aração e subsolagem até 40cm de profundidade. O pH foi corrigido para 5, adicionando-se 5t de calcário dolomítico/ha. Foi usada a ervilhaca como cobertura.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o latice balanceado 4 x 4, com cinco repetições. Cada parcela era constituída de 25 plantas (5 x 5), sendo mensuradas apenas as nove centrais. As mudas foram plantadas em espaçamento de 4m entre linhas e 3m entre plantas de uma mesma linha. Em função da baixa sobrevivência de uma das procedências, os dados foram analisados em blocos casualizados, com quinze procedências e cinco repetições.

3.6 Adubação

As adubações foram feitas no plantio (50g/cova de NPK 10:20:10) e anualmente (100g de NPK 10:20:10).

3.7 Tratos culturais

Foram realizadas capinas e coroamento das mudas, três vezes por ano, até o plantio completar três anos de idade. Nesse período, foi também semeada a ervilhaca durante o inverno, para proteção do solo e posterior incorporação da matéria orgânica.

3.8 Poda de formação

A poda de formação, prática normalmente adotada na cultura da erva-mate, foi realizada para melhorar a estrutura da planta e torná-la mais produtiva. A operação consistiu no corte da planta com um ano de idade, a 20cm do solo.

3.9 Avaliações

3.9.1 Avaliação da biomassa foliar antes da poda

A biomassa foliar foi avaliada com base no volume e densidade da copa. O cone formado pelo diâmetro da copa e altura da árvore foi tomado como referencial para se estimar o volume da copa. A densidade da copa foi avaliada visualmente e adaptada à escala de valores: 1 = copa rala; 2 = copa rala/média; 3 = copa média (enxerga-se de um lado para o outro); 4 = copa média/densa e 5 = copa densa (não se enxerga de uma lado para o outro).

3.9.2 Avaliação da biomassa foliar um ano após a poda (rebrota)

A rebrota foi avaliada com base no volume da copa, um ano após a poda. As copas foram avaliadas conforme a escala referida anteriormente.

4 Resultados e discussão

4.1 Estimativa de produtividade de erva-mate para comparação de procedências

Na prática a erva-mate é comercializada com base no peso verde de biomassa foliar. Como é uma cultura perene, a colheita é realizada na mesma árvore por vários anos, após o terceiro ano de idade. Isso significa que a avaliação de produtividade para comparação de procedências, ou mesmo para seleção de indivíduos superiores, deveria ser realizada através da colheita e pesagem da biomassa foliar em várias colheitas sucessivas.

No caso deste trabalho, esse procedimento não pode ser adotado em função do interesse de transformar o experimento em uma Área de Produção de Sementes. Assim procurou-se determinar os tipos de relações entre o diâmetro e altura da copa avaliadas em diferentes idades e o índice de biomassa foliar (I). O índice (I) foi estimado com base no volume do cone formado pela copa e na densidade da copa. Esta, por sua vez, foi baseada em uma escala subjetiva entre 1 a 5. Os valores estimados para os coeficientes de correlação estão apresentados na Tabela 2.

Todos os coeficientes de correlação estimados foram estatisticamente significativos ao nível de 1% de probabilidade, indicando que qualquer

uma das variáveis (diâmetro, altura ou volume da copa) poderia ser usada para se estimar o índice de biomassa foliar (I), ao nível de procedências. Deve ser salientado, no entanto, que a correlação determinada é fenotípica, não sendo, portanto, informativa quanto à precisão na seleção. Além disso, os valores dos coeficientes de correlação foram muito variáveis e alguns muito baixos.

Tabela 2 - Valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre variáveis (diâmetro, altura e volume da copa) avaliadas em diferentes idades e valores estimados para os índices de biomassa foliar (I = volume da copa x metade da nota de densidade atribuída à copa). Valores estimados para a repetição cinco do experimento plantado em Chapecó, SC, constituída de 320 plantas

Característica	I seis anos	I sete anos	I rebrota
1. Diâmetro rebrota	0,5269	0,5481	0,7845
2. Altura rebrota	0,3689	0,4341	0,7468
3. Volume rebrota	0,5242	0,5700	0,9587
4. Diâmetro seis anos	0,8707	0,6909	0,5745
5. Altura seis anos	0,6071	0,6810	0,3639
6. Volume seis anos	0,9589	0,7299	0,5515
7. Diâmetro sete anos	0,7119	0,8703	0,6173
8. Altura sete anos	0,5135	0,6605	0,2648
9. Volume sete anos	0,7167	0,9269	0,5615
10. Índice I seis anos	1,0000	-	-
11. Índice I sete anos	0,7464	1,0000	-
12. Índice I rebrota	0,5353	0,5626	1,0000

4.2 Comparação de procedências com base na produtividade de biomassa foliar

As produtividades, ao nível de procedências e locais, foram comparadas com base no volume da copa - VC, avaliado aos três, quatro, cinco, seis e sete anos de idade (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de F estimados para a variável volume de copa, aos três (VC3), quatro (VC4), cinco (VC5), seis (VC6) e sete (VC7) anos de idade, para os fatores procedências, local de plantio e interação procedência x local. Médias para locais e superioridade (%) de Chapecó em relação a Três Barras. VC em m³

Fonte de variação	VC3	VC4	VC5	VC6	VC7
Procedências (P)	13,81**	2,44**	17,65**	14,83**	9,42**
Local (L)	363,20**	27,73**	465,41**	425,44**	485,33**
P x L	5,35**	1,04 ^{ns}	5,96**	1,61 ^{ns}	1,37 ^{ns}
Média (Chapecó)	0,2900	1,4479	2,5010	3,9306	7,4303
Média (Três Barras)	0,1036	0,6193	0,7934	1,5214	2,7011
Superioridade	280%	234%	315%	258%	275%

ns = não significativo estatisticamente.

** = estatisticamente significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A produtividade da erva-mate em Chapecó (região Oeste de Santa Catarina) foi estatisticamente superior à produtividade observada em Três Barras (região Nordeste do Estado). A superioridade nas avaliações realizadas ao sexto e sétimo ano foram de 258 e 275%, respectivamente.

Um resultado muito importante referente à produção de sementes está relacionado com a análise da interação procedência x local. Os dados obtidos mostram um comportamento errático até o quinto ano de idade. A interação foi significativa ao nível de 1% de probabilidade no terceiro (VC3) e no quinto (VC5) ano, não sendo significativa no quarto, sexto e sétimo ano. Isso indica que, se as avaliações nas idades mais velhas, quando o comportamento aparentemente se torna estável, forem tomadas como base, procedências selecionadas para Chapecó poderão ser plantadas também em Três Barras ou vice-versa.

As produtividades de erva-mate foram estatisticamente diferentes, ao nível de procedências, na análise envolvendo os dois locais, sugerindo que a escolha da fonte de sementes pode significar aumentos na produtividade de plantios comerciais.

Uma análise das possíveis relações entre a localização geográfica das procedências das sementes e a produtividade da erva-mate (Tabela 4) mostrou que, nas duas localidades, a produtividade não foi afetada pela

longitude ou pela altitude da origem da semente. No entanto, a produtividade foi positivamente correlacionada com a latitude da origem da semente. Isso significa que maiores produtividades, nos dois locais onde o experimento foi instalado, podem ser conseguidas com plantio de sementes de procedências de ocorrências mais ao sul da área de distribuição natural da espécie.

Tabela 4 - Correlação de Pearson entre localizações geográficas das procedências das sementes (latitude, longitude e altitude) e produtividade de erva-mate. A produtividade é expressa em volume de copa aos três (VC3), quatro (VC4), cinco (VC5), seis (VC6) e sete (VC7) anos de idade. Os experimentos foram plantados em Chapecó (C) e Três Barras (T), SC. As correlações foram estimadas com base nas médias das quinze procedências para ambos os locais

Localização geográfica		VC3	VC4	VC5	VC6	VC7
Latitude	C	0,6664**	0,7193**	0,6702**	0,6847**	0,6108**
	T	0,65963**	0,7412**	0,7397**	0,6732**	0,6780**
Longitude	C	0,3191 ^{ns}	0,3540 ^{ns}	0,3196 ^{ns}	0,2770 ^{ns}	0,1506 ^{ns}
	T	0,4124 ^{ns}	0,2552 ^{ns}	0,2300 ^{ns}	0,1869 ^{ns}	0,2102 ^{ns}
Altitude	C	-0,4679 ^{ns}	-0,4568 ^{ns}	-0,3609 ^{ns}	-0,3407 ^{ns}	-0,2078 ^{ns}
	T	-0,4973 ^{ns}	-0,4540 ^{ns}	-0,4551 ^{ns}	-0,3895 ^{ns}	-0,3672 ^{ns}

ns = não significativo estatisticamente.

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Uma análise mais detalhada, ao nível de procedências, foi realizada com dados do experimento plantado em Chapecó (Tabela 5). A comparação dos valores médios do índice de biomassa (I), pelo teste de Scheffé, mostrou que as procedências não diferiram entre si, aos seis anos de idade. No entanto, as procedências puderam ser divididas em dois grupos, com base na avaliação realizada ao sétimo ano. Nessa idade, com exceção das procedências Catanduvás, SC (15) e Canoinhas, SC (1), todas foram significativamente mais produtivas que a procedência local (Chapecó, SC, número 3).

Tabela 5 - Comparação entre procedências, pelo teste Scheffé, com base nos valores de I estimados para avaliações do sexto e sétimo ano e rebrota

Procedência	I seis anos	I sete anos	I rebrota
9. Barão de Cotegipe, RS	9,9432 a	14,7561 a	3,7618 a
5. Água Doce, SC	9,5711 a	14,1688 ab	3,0776 ab
12. Concórdia, SC	7,5858 a	11,8421 abcd	2,0577 bc
14. Cerro Azul, Rep. Arg.	7,3144 a	9,0130 abcd	2,0113 bc
4. Venâncio Aires, RS	6,2135 a	8,5901 abcd	1,8611 bc
8. Passo Fundo, RS	9,3257 a	10,4609 abcd	1,4868 c
6. Mafra, SC	5,7369 a	9,9669 abcd	1,3553 c
7. Erebang, RS	5,8358 a	9,9555 abcd	1,1205 c
11. Ilópolis, RS	5,4779 a	7,3328 abcd	1,1107 c
13. Quedas do Iguaçu, PR	8,2951 a	13,2030 abcd	1,0981 c
10. Seberi, RS	6,8259 a	11,5888 abcd	0,8384 c
15. Catanduvas, SC	1,9869 a	3,6934 d	0,7216 c
1. Canoinhas, SC	4,0937 a	5,2815 cd	0,5875 c
3. Chapecó, SC	4,1226 a	6,2331 bcd	0,4943 c
16. Palmas, PR	4,1651 a	6,7731 abcd	0,3339 c
2. São Francisco de Paula, RS ^(A)			

(A) A procedência de São Francisco de Paula, RS, não conseguiu sobreviver em ambas as regiões testadas.

Uma avaliação da produtividade da rebrota, introduzida após o sétimo ano de idade, visava confirmar essas possíveis diferenças entre procedências. Os resultados obtidos confirmaram a superioridade das procedências Barão de Cotegipe, RS (9) e Água Doce, SC (5). Além disso, apenas a procedência Palmas, PR (16) era menos produtiva que a procedência Chapecó, SC, apesar de não diferir estatisticamente.

4.3 Estimativas de ganhos de produtividade pelo uso de sementes melhoradas produzidas na Área de Produção de Sementes

Com base nos resultados anteriores, foi realizada uma seleção fenotípica dentro das parcelas, seguida de um desbaste, para transformação do experimento em uma Área de Produção de Sementes - APS.

Estimativas de ganhos de produtividades, tomando-se como base uma herdabilidade de 20% para volume de copa, sugerem que o uso de sementes produzidas atualmente poderá proporcionar um ganho de 3,82% em relação à média original do experimento (Tabela 6). O uso dessas sementes pode significar também um aumento de 5,58% em relação à média da procedência local (Chapecó).

Tabela 6 - Estimativas de ganhos de produtividade, aos sete anos, pelo uso de sementes produzidas atualmente na Área de Produção de Sementes

Procedência	Média original	Média após desbaste dentro	Diferencial seleção	Ganho de produtividade ^(A) (%)
1. Canoinhas, SC	3,8878	3,6988	-0,1890	-0,97
2. São Francisco de Paula, RS				
3. Chapecó, SC	4,1444	4,1321	-0,0092	-0,76
4. Venâncio Aires, RS	5,7184	5,5047	-0,2137	-0,75
5. Água Doce, SC	9,4699	11,0441	+1,5743	+3,33
6. Mafra, SC	5,6299	8,3500	+2,7201	+9,66
7. Erebang, RS	5,9020	6,8355	+0,9335	+3,16
8. Passo Fundo, RS	6,5635	6,4815	-0,0820	-2,50
9. Barão de Cotegipe, RS	9,5987	10,0033	+0,4046	+0,84
10. Seberí, RS	7,1122	7,6516	+0,5394	+1,52
11. Ilópolis, RS	4,8762	5,9352	+1,0590	+4,34
12. Concórdia, SC	7,5844	7,9981	+0,4137	+1,09
13. Quedas do Iguaçu, PR	8,1183	11,4813	+3,3631	+8,29
14. Cerro Azul, Rep. Arg.	5,2137	5,6878	+0,4741	+1,82
15. Catanduvas, SC	2,5109	6,3626	+3,8516	+30,68
16. Palmas, PR	4,4109	6,8995	+2,4886	+11,28
	6,0492	7,2044	+1,1552	+3,82

(A) Ganho de produtividade (%) = diferencial de seleção x herdabilidade de 20%, dividido pela média original.

Em algumas procedências, o diferencial de seleção executado foi negativo, ou seja, a média da população selecionada foi inferior à média da população original. Esse fato foi consequência da eliminação de indivíduos

atacados pela broca da erva-mate (*Hedypathes betulinus* KLUG).

O uso de sementes das procedências Barão de Cotegipe (9) e Água Doce (5), colhidas e mantidas em lotes separados das demais, poderá contribuir para aumentar ainda mais a produtividade média de plantios de erva-mate.

A realização de um desbaste complementar, eliminando da APS as procedências Palmas (16), Catanduvás (15) e Canoinhas (1), consideradas menos produtivas, poderá também proporcionar ganhos extras de produtividade em plantios baseados nessas sementes.

5 Conclusões

- A produtividade da erva-mate em Chapecó, SC, foi superior àquela verificada em Três Barras, SC.

- Maiores produtividades de erva-mate, tanto em Chapecó como em Três Barras, foram obtidas usando sementes de procedências de maior latitude, dentro da distribuição natural da espécie.

- O uso de sementes produzidas atualmente nessa Área de Produção de Sementes poderá proporcionar ganhos de produtividade, em plantios na região de Chapecó, da ordem de 5,58% em relação ao uso da semente colhida em populações naturais locais.

- Ganhos adicionais de produtividade poderão ser obtidos através do uso de sementes colhidas apenas nas procedências Barão de Cotegipe e Água Doce, e ainda através da eliminação de árvores das procedências Canoinhas (1), Catanduvás (15) e Palmas (16), da Área de Produção de Sementes.

- A procedência de São Francisco de Paula, RS, foi eliminada em 100% nas duas áreas e regiões experimentais por não se adaptar.

6 Agradecimentos

Aos engenheiros florestais Francisco de Assis Carneiro Neto e Gabriel Elkouba, do IBAMA/SC, pela cessão das áreas experimentais nas FLONAS de Chapecó e Três Barras, respectivamente. Ao engenheiro florestal João A.M. Bohner, da EPAGRI, pelo auxílio na avaliação do experimento, ao estatístico Osmir Lavoranti, da EMBRAPA/CNPFFlorestas, pelas análises estatísticas dos dados. Aos pesquisadores Jarbas Yukio Shimizu, Josi Elidney Pinto Jr. e Marcos Deon Vilela de Resende, da

EMBRAPA/CNPFFlorestas por contribuírem com várias sugestões na revisão do original.

7 Literatura citada

01. BELINGHERI, L.D.; KRICUN, P.S. Selección de plantas. In: INTA. *Curso de Capacitacion en Producción de Yerba Mate*, 1., 1992, Cerro Azul, Argentina. p.17-21.
02. BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; TURNBULL, J.W. *Eucalypts seeds*. Austrália: CSIRO, 1980. 191p.
03. BONNER, F.T.; HOLLY, L.L. *Seeds of woody plants in the United States*. Washington, D.C.: U.S. Forest Service/Department of Agriculture, 1974. p.450-453 (Handbook, 450).
04. BURLEY, J.; WOOD, P.J. *A manual on species and provenance research with particular reference to the Tropics*. Oxford, 1976. 87p. (Oxford. CFI Tropical Forestry Papers 10).
05. DA CROCE, D.M. *Alta densidade para a cultura da erva-mate (Ilex paraguariensis A. St. Hill.)*. Chapecó: EPAGRI, 1993. 2p. (Projeto de pesquisa).
06. DA CROCE, D.M.; NADAL, R.D. Viabilidade técnico-econômica de sistemas de produção de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) consorciada com culturas anuais. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1. e CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1992, Curitiba, PR. *Anais*. Curitiba: SBS/SBEF, 1992. p.403-406.
07. KAGEYAMA, P.Y. *Seleção massal e individual*. Piracicaba: IPEF, 1976. 12p. (IPEF. Circular Técnica, 21).
08. KRICUN, S.D. *Técnicas actualizadas de cultivo de yerba mate*. Cerro Azul: INTA, 1993. 14p. (INTA. Miscelania, 27).
09. MAZUCHOWSKI, J.Z. *Manual da erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)* 2a.ed. Curitiba: EMATER, PR, 1991. 12p.

10. OLIVEIRA, Y.M.M.; ROTTA, E. *Área de distribuição natural de erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)*. Colombo, PR: EMBRAPA/URPF, 1983. p.17-35. (EMBRAPA/URPF. Documentos, 15).
11. SCHENEIDER, C.; PETRI, G. *Aspectos da cultura da erva-mate na região de Erebango, município de Getúlio Vargas, em propriedades da Empresa Hoppen, Petri & Cia. Ltda.* Colombo, PR: EMBRAPA/URPF, 1983. p.64-70. (EMBRAPA/URPF. Documentos, 15).