

CIPRESTE PARA MADEIRA: ALTO INCREMENTO VOLUMÉTRICO COM MATERIAL GENÉTICO APROPRIADO

Jarbas Yukio Shimizu^{*}
José Elidney Pinto Júnior^{**}
Geraldo Ribatski^{***}

RESUMO

Cupressus lusitanica Mill. é uma das espécies florestais de alto potencial como fonte de madeira para usos múltiplos no Brasil, principalmente em forma de madeira serrada para marcenaria. A espécie apresenta bom desenvolvimento na Serra da Mantiqueira, no sul de Minas Gerais, a mais de 1.000m de altitude, onde o clima é frio, com alta umidade. Visando aumentar a sua produtividade, foram introduzidas progênies de matrizes selecionadas de diversas procedências colombianas e produzidas em um pomar clonal instalado em Popayan, Colômbia. Esse material foi plantado na forma de teste de progênie, juntamente com uma testemunha comercial, além de progênies de várias matrizes selecionadas no local. Aos dez anos de idade, as progênies das matrizes selecionadas localmente não diferiram da testemunha quanto ao incremento volumétrico, retidão do fuste e diâmetro dos ramos, mas tiveram sobrevivência significativamente menor. Apesar de a média das notas para o diâmetro dos ramos das progênies de matrizes selecionadas não ter diferido estatisticamente da testemunha comercial, quatro das seis progênies apresentaram ramos mais finos que a testemunha e esse caractere apresentou correlação inversa com a sobrevivência (árvores com ramos mais finos tiveram menor capacidade de sobrevivência) em povoamentos fechados. Por outro lado, as progênies colombianas apresentaram incremento volumétrico significativamente maior, mas com fustes mais tortuosos e ramos mais espessos do que a testemunha. Não houve diferença quanto à sobrevivência entre as famílias colombianas e a testemunha. Entre as progênies colombianas, as de Caldas apresentaram sobrevivência e incremento volumétrico significativamente menores do que as de Medellín. As progênies de Medellín e Caldas tiveram fustes significativamente mais tortuosos do que as de Guarne e Tausa. O maior incremento volumétrico e os ramos mais finos entre os materiais introduzidos foram obtidos com a progênie de Tausa.

PALAVRAS-CHAVE: *Cupressus lusitanica*; procedência, progênie; endogamia; base genética.

* Eng. Florestal, Doutor, CREA n° 26763/D, Pesquisador da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

** Eng. Florestal, Mestre, CREA n° 70858/D, Pesquisador da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

*** Eng. Florestal, Bacharel, CREA n° 4354/D - Companhia Melhoramentos de São Paulo.

CYPRESS FOR WOOD PRODUCTION: HIGH VOLUME INCREMENT WITH PROPER GENETIC MATERIAL

ABSTRACT

Cupressus lusitanica Mill. is a multipurpose tree species with a high potential for wood production in Brazil. It grows well on the Mantiqueira Range in southern Minas Gerais in cool climate with high moisture. In order to increase wood yield with this species, open pollinated seeds from a clonal seed orchard established at Popayan, Colombia, were planted in Camanducaia, State of Minas Gerais, Brazil. The mother trees represented in the orchard were selected from different locations in Colombia. The seedlings were planted in a progeny trial along with a local commercial control and a group of half-sib families of locally selected trees. At ten years of age, there was no significant difference between the mean of the families from locally selected trees and the commercial control in volume growth, stem straightness or branch diameter but survival was significantly lower in families of selected trees than in the control. Although the mean of branch thickness scores in families of locally selected mother trees did not differ statistically from the commercial control, four out of six families had higher scores (finer branches) than the control. This trait was correlated with poorer survival in closed stand. The Colombian families produced higher volume but had more crooked stems and thicker branches than the commercial control. There was no difference in survival between the mean of the Colombian families and the control. Among the Colombian families, those from Caldas had significantly lower survival and volume growth than the families from Medellín. The families from Caldas and Medellín as a group produced more crooked stems than those from Guarne and Tausa. The highest volume growth and the finest branches were produced by the progeny from Tausa.

KEY-WORDS: *Cupressus lusitanica*; progeny; provenance; inbreeding; genetic base.

1. INTRODUÇÃO

O cipreste (*Cupressus lusitanica* Mill.) é uma espécie conífera pertencente à família Cupressaceae, monóica, perenifólia, resinosa e aromática que pode atingir mais de 30m de altura e até 1 m de diâmetro a 1,30m do solo. Apesar da sua importância econômica, a distinção entre as diversas espécies ainda não parece estar bem definida (CHAVES & FONSECA, 1991). *Cupressus lusitanica* e *C. benthamii* foram considerados por STANDLEY (1941) como sinônimos de uma mesma espécie. Por outro lado, a FAO (1967) considerou *C. lusitanica* sinônimo de *C. lindleyi* e estas distintas de *C. benthamii*. Assim, BANNISTER & ORMAN (1960), HARCHARICK & VACARONE (1974) recomendaram o uso do nome *C. lusitanica* de maneira ampla, englobando as diversas variações existentes.

A região de origem desta conífera, tampouco está bem esclarecida. Apesar do gênero *Cupressus* estar presente nas regiões montanhosas da América Central (STANDLEY, 1941), a dificuldade de se definir a sua região de origem prende-se ao fato de que tem havido intercâmbio de plantas entre as Américas e a Europa desde a época do descobrimento do novo continente. Este gênero encontra-se nas montanhas em El Salvador, Honduras, Guatemala e no sul do México, entre as

latitudes 15°N a 27°N e altitudes entre 2.200m e 3.300m (STANDLEY, 1941; CHAVES & FONSECA, 1991). Nas florestas naturais da Guatemala, em ambiente montanhoso e úmido, *C. lusitanica* pode se encontrar em povoamentos puros ou em associação com espécies como *Abies guatemalensis* Rehder, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, *P. montezumae* var. *rudis*, *Quercus* spp., *litsea glaucescens* HBK, *Prunus brachybotrya* Zucc. e *Alnus* sp. (GONZALEZ, 1979; STANDLEY & STEYERMARK, 1958). No entanto, é conhecida a existência de exemplares desta espécie em Bussaco, Portugal, desde o ano de 1644 (GOLFARI, 1975).

Plantios comerciais de cipreste, no Brasil, são destinados, basicamente à produção de madeira serrada e pasta mecânica, além do seu uso freqüente como quebra-ventos. Esta espécie é amplamente plantada, também, na Bolívia como quebra-ventos (GLESINGER, 1960). No entanto, o seu potencial de uso é mais amplo, proporcionando madeira de boa qualidade para marcenaria, construções, embalagens e celulose. Atualmente, o cipreste encontra-se difundido em várias partes do mundo, principalmente na Espanha, Portugal, no sul e leste da África e na América do Sul, onde demonstra adaptação a uma ampla diversidade de condições ambientais.

Os plantios de *C. lusitanica* têm apresentado bom desenvolvimento, mesmo em condições ambientais variadas, desde altitudes inferiores a 1.000m até 3.800m e precipitações inferiores a 1.000mm até 4.000mm anuais (ALFARO, 1983, 1989; BENAVIDES, 1983; SOARES, 1973; LAMPRECHT, 1990). De maneira geral, esta espécie é apropriada para plantações em altitudes de 1.500m, com precipitação média anual entre 1.000mm e 1.600mm e temperatura média anual de até 17°C (WEBB et al., 1980). Em ambientes favoráveis ao seu desenvolvimento, ela pode apresentar incrementos volumétricos de madeira entre 20 e 30m³/ha.ano (CHAVES & FONSECA, 1991).

Na Colômbia, foram constatadas diferenças de produtividade volumétrica de madeira, sem casca, desde 3,5 até 36,0m³/ha.ano aos dez anos, com os, mesmos materiais genéticos, atribuindo-se a baixa produtividade aos altos teores de alumínio e alta acidez do solo (2,4 a 3,1 meq/100g e pH de 4,6 a 4,9 nos locais de menor produtividade) (PEREIRA, 1994). Em condições excepcionais, podem ser obtidos incrementos de até 41 m³/ha.ano como na Costa Rica (BUCAREY, 1967). No Brasil, os incrementos obtidos até 1975 (GOLFARI, 1975) eram de 24,5 a 27m³/ha.ano a 900m de altitude no Estado de São Paulo, e de 36m³/ha.ano a 1.400m de altitude, no sul de Minas Gerais.

Um estudo do cipreste na Colômbia, incluindo progênies de árvores selecionadas localmente, no Quênia, na Costa Rica, no México, em Portugal, na Itália e na Guatemala demonstrou, aos oito anos, o crescimento mais rápido, fustes mais retos e ramos mais finos nas progênies da Costa Rica (OSÓRIO, 1987). Os testes de progênie de árvores selecionadas com base em volume, retidão do fuste, forma da copa, qualidade da madeira e resistência a enfermidades e pragas, na Colômbia, demonstraram herdabilidades individuais na ordem de 0,23 para volume, 0,33 para retidão do fuste e 0,20 para forma da copa e baixas interações genótipo-ambiente.

Os primeiros plantios comerciais em grande escala, no sul de Minas Gerais, foram feitos, aparentemente, a partir de semente coletada de poucas árvores. Com essas sementes iniciais, foram instalados plantios que, provavelmente, devido à base genética restrita, não vinham apresentando os altos rendimentos esperados.

Para ampliar a base genética, aferir a produtividade dos plantios comerciais e determinar o potencial de ganho em incremento volumétrico da madeira, com a

adoção de um material genético mais diversificado, foram introduzidas, no sul de Minas Gerais, sementes de várias matrizes de um pomar clonal localizado em Popayan, Colômbia, constituído de matrizes selecionadas de várias procedências nesse país. A aferição dos incrementos volumétricos e de outras características foi efetuada em relação às progênes das melhores árvores selecionadas nos plantios comerciais locais e a uma mistura de sementes de várias árvores amostradas aleatoriamente, no local.

Assim, dada a oportunidade de enriquecer o patrimônio genético dessa espécie, mediante introdução de famílias selecionadas, as principais questões que se procurou esclarecer com este experimento foram:

- 1) há diferença de incremento volumétrico de madeira, sobrevivência e forma de fuste entre as progênes de matrizes colombianas selecionadas e as árvores oriundas de sementes comerciais locais não selecionadas?
- 2) há diferenças nas características acima entre as progênes de matrizes colombianas selecionadas e daquelas selecionadas em Camanducaia, sul de Minas Gerais (seleção local)?
- 3) as progênes de matrizes selecionadas em Camanducaia diferem da testemunha comercial (de matrizes não selecionadas)?
- 4) as progênes colombianas têm desempenho diferenciado dependendo da procedência de suas matrizes?

2. MATERIAL E MÉTODOS

O teste de progênie de cipreste foi instalado em Camanducaia, no sul de Minas Gerais, a 1.250m de altitude, envolvendo os seguintes materiais genéticos: 1) sementes de polinização livre coletadas de um pomar clonal, localizado em Popayan, Colômbia, constituído de matrizes selecionadas de diferentes procedências colombianas; 2) sementes de polinização livre coletadas de seis matrizes selecionadas de plantios comerciais em Camanducaia; e 3) uma testemunha comercial, constituída de mistura de sementes de 10 árvores tomadas ao acaso dessas mesmas populações.

As origens geográficas das matrizes das progênes colombianas variaram em latitudes desde 5°11'N até 6°17'N, longitudes de 73°53'W até 75°39'33" e altitudes de 1.900m até 2.980m (Tabela 1). O teste foi plantado em blocos casualizados com parcelas lineares de 10 plantas, no espaçamento de 2,0m x 2,5m, com cinco repetições. Na avaliação final, realizada aos dez anos, foram feitas medições diretas do diâmetro à altura do peito (DAP) e avaliações subjetivas da qualidade do fuste. Para a retidão do fuste, foram atribuídas notas de 1 (fuste mais torto) a 3 (mais reto) e, para o diâmetro dos ramos, notas de 1 (mais espesso) até 3 (mais fino) em relação à média da população. Devido à impossibilidade de se visualizar a parte superior da copa da maioria das árvores, a altura foi medida somente em uma amostra de 35 árvores, das quais foi possível ver o ápice. Com base nessa amostragem, chegou-se à seguinte equação de regressão para a predição da altura:

$$Y = 8,5201 + 0,4667X$$

com $r^2 = 0,72$ e $S_{xy} = 5,5692$

onde Y = estimativa da altura; X = DAP.

TABELA 1. Progênies de cipreste testadas em Camanducaia, MG.

Prog.	Procedência	Latitude	Longit. (W)	Altit. (m)	Precip. (mm/ano)	Temperat. med. anual (°C)
5	Medellin	06° 06' 25"N	75° 05' 56"	1.956	1.356	22
8	Medellin	06° 06' 25"N	75° 05' 56"	1.956	1.356	22
46	Medellin	06° 06' 25"N	75° 05' 56"	1.956	1.356	22
17	Caldas	06° 02' 11"N	75° 39' 33"	1.900	2.338	19
25	Caldas	06° 02' 11"N	75° 39' 33"	1.900	2.338	19
43	Caldas	06° 02' 11"N	75° 39' 33"	1.900	2.338	19
44	Caldas	06° 02' 11"N	75° 39' 33"	1.900	2.338	19
49	Caldas	06° 02' 11"N	75° 39' 33"	1.900	2.338	19
57	Caldas	06° 02' 11"N	75° 39' 33"	1.900	2.338	19
4	Guarne	06° 17' 55"N	75° 24' 20"	2.150	1.849	17
61	Tausa	05° 11' 15"N	73° 53'	2.980	1.018	12
100	Camanducaia	22° 47'S	45° 59'	1.250	1.750	13
101	Camanducaia	22° 47'S	45° 59'	1.250	1.750	13
102	Camanducaia	22° 47'S	45° 59'	1.250	1.750	13
103	Camanducaia	22° 47'S	45° 59'	1.250	1.750	13
104	Camanducaia	22° 47'S	45° 59'	1.250	1.750	13
105	Camanducaia	22° 47'S	45° 59'	1.250	1.750	13
T	Camanducaia	22° 47'S	45° 59'	1.250	1.750	13

O coeficiente de correlação linear simples (r) entre o DAP e a altura foi de 0,85 ($P < 0,05$). Com os dados de altura e do DAP, foi estimado o volume cilíndrico de cada árvore como variável para comparar a produtividade volumétrica de madeira entre as progênies.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações dos caracteres estudados neste experimento estão apresentadas no Anexo. Em todos os caracteres analisados, o efeito das progênies foi altamente significativo. As análises de variâncias gerais para cada variável e os testes de contrastes entre grupos de progênies possibilitou inferências sobre o efeito de procedências. No entanto, nos casos das procedências Guarne e de Tausa, esse efeito está confundido com a capacidade de combinação geral das matrizes, uma vez que elas estão representadas por apenas uma matriz, respectivamente. Assim, para essas procedências, os resultados dos testes estatísticos têm que ser analisados com cautela.

3.1. Sobrevivência

Não houve diferença estatisticamente significativa na sobrevivência entre a testemunha comercial e a média das progênies de matrizes selecionadas na Colômbia, mas sim entre estas e as progênies de matrizes selecionadas localmente (Tabela 2). As progênies de matrizes colombianas apresentaram sobrevivência de 90,63% contra apenas 59,22% nas progênies de matrizes locais (selecionadas em Camanducaia). Isto sugere que este último grupo tenha acumulado uma frequência significativa de alelos letais devido ao estrangulamento da base genética e ao aumento da endogamia. Considerando que a população comercial já representava uma base genética restrita, a nova seleção de matrizes pode ter restringido ainda mais essa base, reunindo indivíduos com alto grau de parentesco entre si e de baixa capacidade competitiva em povoamentos densos.

Além do aumento da endogamia e dos seus efeitos negativos sobre as progênies de matrizes selecionadas, a diferença na sobrevivência entre esses dois tipos de materiais genéticos locais pode ser resultado de uma possível correlação genética negativa entre os caracteres de importância econômica, que foram intensamente favorecidos no processo de seleção e a desvantagem competitiva que esses caracteres conferem aos indivíduos em plantios densos. Como os mesmos materiais genéticos, quando plantados nas bordaduras ou em espaçamentos mais amplos, apresentam ramos normalmente espessos, supõe-se que a resposta à seleção para esse carácter se expressa somente sob condições de intensa competição por espaço. Aparentemente, essa seleção surtiu um efeito significativo, reduzindo, indiretamente, o vigor de crescimento e a agressividade das árvores. Considerando todas as progênies testadas, a correlação entre o diâmetro dos ramos e a sobrevivência foi positiva e altamente significativa ($r=0,73; P<0,01$).

Entre as progênies colombianas, as de Caldas tiveram sobrevivência significativamente menor (83,90%) do que as de Medellín (97,17%). O único fator ambiental que difere substancialmente entre esses locais é a precipitação (Tabela 1). Em Caldas, a precipitação é de 2.338mm ao ano e o material genético selecionado nessas condições pode ter sofrido maior estresse na fase de estabelecimento em Camanducaia (precipitação de 1.750 mm ao ano), resultando em menor sobrevivência, do que os materiais genéticos selecionados em um ambiente com precipitação mais baixa como em Medellín (1.356mm). As progênies de Guarne e de Tausa, também, foram selecionadas em ambientes com precipitações equivalentes ou até mais baixas do que em Camanducaia e podem ser enquadradas na mesma categoria das de Medellín, tendo apresentado sobrevivências de 93,52% e 96,79%, respectivamente.

TABELA 2. Análise da variância da sobrevivência aos dez anos de idade entre os materiais genéticos de cipreste testados em Camanducaia (porcentagens transformadas para arco seno $x^{1/2}$ para análise).

Causas da variação	G.L	Médias (%)	QM	F
Repetição	4		998,97	
Tratamento	17	81,88	913,60	6,78**
Progênes vs Testemunha	1	81,40 vs 89,05	182,14	1,35
Prog.colomb. vs Prog.locais	1	90,63 vs 59,22	46391,68	344,14**
Prog.colomb. vs Testemunha	1	90,63 vs 89,05	10,39	0,08
Prog.locais vs Testemunha	1	59,22 vs 89,05	1776,03	13,17**
Medellín e Caldas vs Outras colomb.	1	95,29 vs 89,40	341,56	2,53
Medellín vs Caldas	1	97,17 vs 83,90	1950,68	14,47**
Guarne vs Tausa	1	93,52 vs 96,79	48,75	0,36
Resíduo	68		134,80	
Total	89		322,40	

* e ** = significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

3.2. Volume

As diferenças no volume médio por árvore entre os materiais genéticos testados foram altamente significativas (Tabela 3). O único grupo que não diferiu da testemunha comercial foi o das progênes de matrizes selecionadas no próprio local (Camanducaia). Apesar disso, em termos absolutos, este último grupo produziu um volume cilíndrico de apenas $0,1996\text{m}^3$ por árvore, enquanto que a testemunha comercial produziu $0,3077\text{m}^3$.

O maior contraste em volume foi observado entre a média das progênes das matrizes selecionadas na Colômbia ($0,7047\text{m}^3$) e a das matrizes selecionadas em Camanducaia ($0,1996\text{m}^3$). Somente para efeito de comparação de produtividade entre os materiais genéticos testados, foi atribuída aos fustes a forma uniformemente cônica para todas as famílias, mortalidade média de 23% após o estabelecimento no campo, como ocorreu no presente experimento, e plantios com espaçamento de 2m x 2,5m. Nessas condições, a produtividade das florestas com o uso das progênes colombianas seria de $36,2\text{m}^3/\text{ha.ano}$, enquanto que as progênes das matrizes selecionadas em Camanducaia produziram, aos dez anos de idade, apenas $10,2\text{m}^3/\text{ha.ano}$. Portanto, a introdução do material genético colombiano representa um aumento estimado em 255% na produtividade volumétrica de madeira de cipreste em relação ao "melhor" material genético selecionado no país. Apesar de suas matrizes terem sido selecionadas, inclusive para volume, essa perda de incremento volumétrico nas suas progênes pode ser atribuída ao reflexo imediato da depressão por endogamia, resultante do estrangulamento da base genética do material inicialmente estabelecido em Camanducaia.

TABELA 3. Análise da variância do volume cilíndrico aos dez anos entre os materiais genéticos de cipreste testados em Camanducaia (volume cilíndrico).

Causas da variação	G.L.	Médias (m ³)	QM	F
Repetição	4		0,0409	
Tratamento	17	0,5143	0,3721	12,48**
Progênie vs Testemunha	1	0,5264 vs 0,3077	0,2260	7,58**
Prog.colomb. vs Prog.locais	1	0,7047 vs 0,1996	24,7767	831,15**
Prog.colomb. vs Testemunha	1	0,7047 vs 0,3077	0,7225	24,25**
Prog.locais vs Testemunha	1	0,1996 vs 0,3077	0,0500	1,68
Medellín e Caldas vs Outras colomb.	1	0,6879 vs 0,7800	0,0660	2,22
Medellín vs Caldas	1	0,7755 vs 0,6442	0,1905	6,39*
Guarne vs Tausa	1	0,7354 vs 0,8246	0,0199	0,67
Resíduo	68		0,0298	
Total	89		0,0957	

* e ** = significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

Se os plantios fossem restritos aos materiais procedentes de Medellín e de Tausa, a produtividade volumétrica de madeira de cipreste na região de Camanducaia poderia ser aumentada para aproximadamente 40m³/ha.ano. Esses incrementos se assemelham aos citados por BUCAREY (1967), em condições excepcionais na Costa Rica e representam ganhos de 290,2% e 314,7% em produtividade com o uso dos materiais genéticos selecionados em Medellín e Tausa, respectivamente, em comparação com o material selecionado em Camanducaia.

3.3. Retidão do Fuste

A testemunha comercial e as progênie das matrizes selecionadas em Camanducaia destacaram-se com fustes mais retos do que qualquer material introduzido (Tabela 4). O fuste excepcionalmente reto do material genético local resultou, em grande parte, da intensa seleção massal aplicada nos plantios comerciais. Pela eficiência que essa seleção parece ter tido no aumento da retidão do fuste, a herdabilidade desse caracter, no sentido restrito, parece ser alta, provavelmente da ordem de magnitude estimada por OSÓRIO (1987).

TABELA 4. Análise da variância da retidão do fuste aos dez anos, entre os materiais genéticos de cipreste testados em Camanducaia (1=torto; 3=reto).

Causas da variação	G.L.	Médias	QM	F
Repetição	4		0,2487	
Tratamento	17	2,34	0,9030	12,48**
Progênies vs Testemunha	1	2,32 vs 2,74	0,8822	12,53**
Prog.colomb. vs Prog.locais	1	2,03 vs 2,84	63,7899	906,11**
Prog.colomb. vs Testemunha	1	2,03 vs 2,75	2,3652	33,60**
Prog.locais vs Testemunha	1	2,84 vs 2,75	0,0365	0,52
Medellín e Caldas vs Outras colomb.	1	2,01 vs 2,21	0,4154	5,90*
Medellín vs Caldas	1	2,03 vs 1,97	0,0372	0,53
Guarne vs Tausa	1	2,13 vs 2,30	0,0740	1,05
Resíduo	68		0,0704	
Total	89		0,2374	

* e ** = significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

Entre os materiais genéticos introduzidos da Colômbia, as progênies das matrizes de Medellín e de Caldas apresentaram os fustes mais tortuosos, enquanto que as de Tausa e de Guarne produziram as árvores mais retas. Aparentemente, existe uma correlação positiva entre a altitude da origem e a retidão do fuste quando plantadas em Camanducaia. Em valores absolutos, os fustes mais retos foram das progênies de Tausa com nota 2,30 de retidão (2.980m de altitude), seguidos de Guarne com nota 2,13 (2.150m de altitude), Medellín com 2,03 (1.956m de altitude) e, finalmente, Caldas, com 1,97 (1.900m de altitude). Esta possibilidade, porém, é apenas especulativa, devido ao fato dos efeitos das procedências Tausa e Guarne estarem confundidos com a capacidade de combinação geral das matrizes que as representam.

3.4. Diâmetro dos Ramos

As progênies das matrizes selecionadas em Camanducaia apresentaram ramos substancialmente mais finos do que os materiais genéticos introduzidos da Colômbia. Esse contraste poderia ser explicado pela possibilidade de que, na seleção aplicada na Colômbia, não se tenha dado tanta ênfase ao diâmetro dos ramos. Alternativamente, pode ser que exista uma forte interação genótipo x ambiente para esse caracter, cujo efeito não foi possível detectar neste experimento.

Apesar de não ter sido detectada diferença estatisticamente significativa entre a média das progênies de matrizes selecionadas localmente e a da testemunha comercial, quatro das seis progênies apresentaram ramos mais finos do que a testemunha. Este detalhe pode ter sido decisivo na menor sobrevivência dessas progênies em comparação com a testemunha.

As variações no diâmetro dos ramos foram, também, estatisticamente significativas entre as progênies introduzidas. Os ramos mais finos foram observados nas progênies oriundas de Tausa, com nota 2,38, e os mais espessos nas de Guarne com nota 1,81 (Tabela 5), com a ressalva de que pode ter havido um forte componente do efeito da capacidade de combinação geral das matrizes representantes dessas procedências. Não houve diferença estatisticamente

significativa nesse caracter entre as progênies de Medellín e de Caldas.

TABELA 5. Análise da variância da espessura dos ramos, aos dez anos, entre os materiais genéticos de cipreste testados em Camanducaia (1=espesso; 3=fino).

Causas da variação	G.L.	Médias	QM	F
Repetição	4		0,2533	
Tratamento	17	2,34	0,9557	9,79**
Progênies vs Testemunha	1	2,31 vs 2,86	1,4285	14,64**
Prog.colomb. vs Prog.locais	1	2,03 vs 2,84	64,0573	656,32**
Prog.colomb. vs Testemunha	1	2,03 vs 2,86	3,2088	32,88**
Prog.locais vs Testemunha	1	2,84 vs 2,86	0,0025	0,03
Medellín e Caldas vs Outras colomb.	1	2,01 vs 2,09	0,0577	0,59
Medellín vs Caldas	1	1,95 vs 2,04	0,0740	0,76
Guarne vs Tausa	1	1,81 vs 2,38	0,7952	8,15**
Resíduo	68		0,0976	
Total	89		0,2685	

* e ** = significativos aos níveis de 5% e 1%, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

1) A introdução de progênies de *Cupressus lusitanica* de matrizes selecionadas na Colômbia resultou em ganhos substanciais na produtividade dos reflorestamentos com essa espécie. Ficou demonstrado que o ganho em produtividade, aos dez anos de idade, pode chegar a 129% a mais, em relação ao obtido com o uso da semente comercial produzida localmente até então. Apesar da inferioridade no incremento volumétrico em relação às novas introduções, a testemunha produziu fustes mais retos e ramos mais finos, como possível resultado da seleção massal inicial que deu origem aos plantios comerciais de Camanducaia.

2) Os materiais genéticos provenientes da Colômbia, aparentemente, não têm restrições de natureza adaptativa no Brasil, visto que a sobrevivência desses foi semelhante à da testemunha.

3) Em todos os aspectos analisados, o contraste entre as progênies colombianas e as das matrizes selecionadas em Camanducaia foi mais acentuado do que na comparação com a testemunha comercial. As progênies introduzidas demonstraram maior potencial de adaptação (maior capacidade de sobrevivência) do que as progênies de matrizes selecionadas no local. Além disso, a superioridade das progênies colombianas, em incremento volumétrico de madeira, foi estimada em 3,5 vezes maior do que o incremento volumétrico das progênies locais. Apesar da menor produtividade das progênies selecionadas localmente, os aspectos positivos apresentados por esse material, resultante de seleções intensas, foram os fustes mais retos e ramos mais finos do que das progênies introduzidas. Portanto, a aplicação de seleções para esses caracteres em populações mais produtivas e de maior diversidade genética, como as introduzidas da Colômbia, poderá maximizar

rapidamente a produtividade e a qualidade de matéria-prima desta espécie, contribuindo, assim, para aumentar as opções de espécies para reflorestamento.

4) As progênes das matrizes selecionadas em Camanducaia e a testemunha tiveram desempenhos semelhantes, tanto no incremento volumétrico quanto na qualidade de fuste. No entanto, houve diferença entre elas na capacidade de adaptação nesse meio, onde a sobrevivência das primeiras foi substancialmente inferior, possivelmente devido aos seus ramos mais finos que lhe proporcionaram menor competitividade em povoamentos fechados.

5) Os materiais genéticos introduzidos da Colômbia apresentaram alta variação nos caracteres de importância econômica. Entre eles, as progênes de Caldas demonstraram a menor capacidade de adaptação (sobrevivência significativamente menor) e, também, produziram menor incremento volumétrico do que as demais progênes introduzidas. Por outro lado, as progênes de Guarne e de Tausa produziram os fustes mais retos. Especialmente a de Tausa, destacou-se tanto com os fustes mais retos quanto com os ramos mais finos. No entanto, tendo somente uma progênie representando cada uma dessas procedências, não é possível concluir sobre o efeito da procedência nos seus desempenhos. Porém, considerando a altitude e a latitude de suas origens, parece existir maior semelhança entre o clima de Tausa com o de Camanducaia. Assim, é provável que, nesse local, existam materiais genéticos de maior potencial produtivo e de melhor qualidade de fuste do que já foi introduzido até então.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às seguintes entidades e pessoas que prestaram colaborações inestimáveis na realização deste trabalho: a Cia. Melhoramentos de São Paulo pela implantação e manutenção do experimento e os assistentes de pesquisa Sr. Roberto Carletto e Sr. Harry Hoffmann pela dedicação aos trabalhos de campo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO, M. de los A. **Relación entre factores edáficos e índice de sitio para *Cupressus lusitanica* (Mill.) en el Valle Central.** Heredia: UNA. Escuela de Ciencias Ambientales, 1983. 111p. Tese Licenciatura.
- ALFARO, M. de los A. **Requerimientos ecologicos del cipres *Cupressus lusitanica* Mill.** Informe del curso Silvicultura de Plantaciones. Turrialba: CATIE, 1989. 22p.
- BANNISTER, M.H.; ORMAN, H.R. *Cupressus lusitanica* as a potential timber tree for New Zealand. **New Zealand Journal of Forestry**, Wellington, v.8, n.2, p.203-217, 1960.
- BENAVIDES, V.O. Investigaciones forestales en el altiplano boliviano. In: SEMINÁRIO SOBRE FORESTACIÓN EN LAS ZONAS ALTAS DE LOS ANDES, 1983, Bogotá, p.23-52.
- BUCAREY, B.J.R. **El cipres (*Cupressus lusitanica* Mill.) como base de las reforestaciones planificadas en el valle central de Costa Rica.** Turrialba: IICA, 1967. 102p. Tese Mestrado.

- CHAVES, E.; FONSECA, W. **Cipres: *Cupressus lusitanica* Mill.** Espécie de arbol de uso multiple en America Central. Turrialba: CATIE, 1991. 66p. (CATIE, Série Técnica, Informe Técnico, 168).
- FAO (Roma, Itália). **Seminario y viaje de estudio de coníferas latino-americanas**, 2.ed. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1967. 218p.
- GLESINGER, E. **Prácticas de plantación forestal en América Latina**. Roma: FAO, 1960. (Cuadernos de Fomento Forestal, 15).
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. (PRODEPEF. Série Técnica, 3).
- GONZALEZ, M.J.H. **Caracterización ecológica de las comunidades de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala**. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 1979. 79p. Tese Eng. Agr.
- HARCHARICK, D.A.; VACARONE, E. **An annotated bibliography of *Cupressus lusitanica***. Rome: FAO, 1974. 64p.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.
- OSORIO, G. **Crecimiento de 20 familias de *Cupressus* de Costa Rica, Kenia, Mejico y Europa a los 8 años**. Cali, Carton de Colombia, 1987. 4p. (Informe de Investigación, 113).
- PEREIRA, G. **Crecimiento y patrones de heredabilidad de la progenie de polinización abierta de *Cupressus lusitanica* en diez ensayos a la edad de diez años**. INDERENA, 1994. 25p. (Série Investigaciones Forestales, Sept. 1994).
- SOARES, A.R. **Adaptação de nove procedências de *Cupressus lusitanica* Mill. em Costa Rica**. Turrialba: IICA, 1973. 76p. Tese Mestrado.
- STANDLEY, P.C. The forest of Guatemala. **Tropical Woods**, New Haven, v.67, p.1-19, 1941.
- STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. **Flora of Guatemala**, Chicago: Chicago Natural History Museum, 1958. (Fieldiana: Botany, 24).
- WEBB, D.B.; WOOD, P.J.; SMITH, J. **A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations**. (Tropical Forestry Papers, 15), Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1980. 342p.

ANEXO

Médias de cinco repetições das variáveis avaliadas no teste de progênie de cipreste aos dez anos de idade em Camanducaia, MG.

Procedência	Progênie	Sobrev. (%)	Volume cilíndr./arv. (m ³)	Retidão do Fuste*	Espessura dos Ramos**
Medellín	5	98,4	0,7753	2,016	2,022
Medellín	8	99,1	0,8483	2,050	1,940
Medellín	46	92,1	0,7030	2,022	1,896
Caldas	17	92,5	0,9059	2,156	2,368
Caldas	25	85,8	0,5594	2,144	2,000
Caldas	43	87,7	0,5102	1,704	1,828
Caldas	44	75,7	0,4713	1,988	2,064
Caldas	49	63,2	0,6169	1,888	2,012
Caldas	57	92,1	0,8012	1,930	1,960
Guarne	4	93,5	0,7354	2,128	1,812
Tausa	61	96,8	0,8246	2,30	2,376
Camanducaia	100	42,8	0,1855	2,920	2,870
Camanducaia	101	65,9	0,1877	2,834	2,890
Camanducaia	102	39,6	0,1088	2,966	2,884
Camanducaia	103	69,6	0,2755	2,846	2,834
Camanducaia	104	66,9	0,2572	2,582	2,648
Camanducaia	106	69,3	0,1831	2,894	2,900
Camanducaia	T	89,1	0,3077	2,748	2,862

* 1 = torto; 3 = reto

** 1 = espesso; 3 = fino.