

TESTE DE PROCEDÊNCIAS DE *Grevillea robusta* A. Cunn.*

Alexandre Magno SEBBENN**

Giselda DURIGAN**

Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA**

Ananias de Almeida Saraiva PONTINHA**

RESUMO

Foram introduzidas no Estado de São Paulo, no ano de 1991, através do Programa de Melhoramento Florestal do Instituto Florestal de São Paulo, seis procedências australianas de *Grevillea robusta*, objetivando a seleção de populações da espécie com níveis de variabilidade genética ampla. Estas procedências e uma testemunha, correspondendo ao material cultivado em Assis, SP, foram avaliadas em três regiões do Estado de São Paulo: Assis, Avaré e Itapeva. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados com 4 repetições por locais e 16 plantas por parcela, em cada local. A análise de variância individual revelou variação genética significativa a 1% de probabilidade entre procedências apenas para altura de plantas em Avaré. A análise conjunta revelou variações significativas entre procedências para altura e interação procedência x locais para altura e DAP. A avaliação do crescimento médio em DAP e altura para cada local mostrou que a procedência mais produtiva para Assis foi a Wallaby Creek, para Avaré a 12.6K FR Woodembong e para Itapeva a Subio Por936.

Palavras-chave: teste de procedência; *Grevillea robusta*, variação genética; interação genótipo x ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Grevillea robusta A. Cunn. é uma espécie de crescimento rápido, adaptada às condições climáticas do Estado de São Paulo, onde vem sendo cultivada há algumas décadas com sucesso para a produção de madeira de boa qualidade. Sua principal utilização no Brasil, especialmente no sul do Estado de São Paulo e norte do Paraná, tem sido a formação de quebra-vento arbóreo para a agricultura. A despeito de sua utilização no país, desconhece-se a origem

ABSTRACT

Six Australian provenances of *Grevillea robusta*, were introduced in São Paulo State, Brazil, in 1991, with the aim of selecting populations of this species with genetic variability levels wider than existent at the moment in Brazil. For comparison, a Brazilian cultivated provenance was added, as control. These provenances were tested in three Experimental Stations of the Forestry Institute of São Paulo State: Assis, Avaré and Itapeva. Experimental plantings were made in randomized blocks, four repetitions each provenance, sixteen plants each plot. The analysis of individual variance presented significant genetic variation at 1% of probability among provenances, only for height of plants in Avaré. Group analysis revealed significant variations for height. It was found, also, interaction among provenances x local for height and D.B.H. Medium growth in D.B.H. and height for each local was compared and the most productive provenance for Assis was found to be Wallaby Creek, 12.6K FR Woodembong for Avaré and Subio Por936 for Itapeva.

Key words: provenance test; *Grevillea robusta*, genetic variation; genotype x environment interaction.

do material genético que vem sendo cultivado por várias gerações, provenientes provavelmente de uma base genética restrita, podendo, com o passar das gerações, trazer sérios problemas de depressão por endogamia. Acredita-se, que as primeiras introduções foram originadas de sementes de uma ou poucas árvores. Esta hipótese não se encontra na literatura, é empírica, originada do fato de que as coletas de sementes em espécies australianas (*Grevillea robusta* e *Eucalyptus* sp), eram do tipo monoprogenies, isto é, de apenas uma árvore.

(*) Aceito para publicação em junho de 1998.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

A introdução de novas procedências ampliará as possibilidades de utilização da espécie, estendendo-se por novas áreas, a partir de sementes com base genética mais ampla. Em um programa de melhoramento, após a seleção da espécie mais adequada para atender os objetivos, o teste de procedências é a segunda etapa, sendo a escolha das melhores procedências de fundamental importância, considerando que os próximos passos do programa serão baseadas nesse material. Para tanto, é também importante o estudo do comportamento dos genótipos em diversos ambiente, a fim de se conhecer a magnitude deste componente na variação fenotípica total. Em função da magnitude e do tipo de interação existente entre os genótipos e os ambientes, é que se faz a recomendação de materiais genéticos específicos para cada ambiente ou, geral para todos os ambientes.

O Instituto Florestal de São Paulo, visando estudar procedências de *G. robusta* de base genética ampla, dada a sua importância para a agrossilvicultura de pequenos e médios agricultores, introduziu no ano de 1991, seis procedências de *G. robusta* em três áreas do Instituto Florestal de São Paulo, Estações Experimentais de Assis, Avaré e Itapeva, com o objetivo de estudar: a) a distribuição da variação genética entre e dentro das procedências; b) a interação genótipo x ambiente, e c) o comportamento da variação genética das procedências nos locais de experimentação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O termo procedência tem sido usado comumente pelos melhoristas florestais para significar uma origem natural. O teste de procedências é um experimento em que as sementes são coletadas de um número extensamente espalhado de povoamentos (normalmente naturais) e as sementes são plantadas em condições similares (WRIGHT, 1976). A razão do teste de procedência é comparar diferentes origens de uma mesma espécie e determinar qual ou quais procedências apresentam maior adaptação às condições ambientais dos locais de experimentação. Com base nos resultados do teste de procedências, dá-se continuidade ao programa de melhoramento da espécie, apenas com o material de melhor performance.

Quando genótipos são avaliados em uma série de ambientes, o comportamento relativo dos mesmos, geralmente difere, ou seja, quando um genótipo se destaca em um ambiente, em outro ele pode ter um baixo rendimento. Esta resposta diferencial de um genótipo frente a diferentes condições ambientais denomina-se interação genótipo x ambiente. A presença de interação genótipo x ambiente do tipo complexa, implica que o programa de melhoramento deve ser dirigido para o desenvolvimento de variedades, especificamente adaptadas a cada um dos ambientes particulares (WRIGHT, 1976; REGAZZI, 1987). Na ausência de resposta genética diferencial aos ambientes, as diferenças genotípicas são igualmente expressadas em todos os ambientes, podendo os testes serem realizados em um sítio e os resultados extrapolados para todos os outros sítios (WRIGHT, 1976; NAMKOONG, 1979).

É importante avaliar as magnitudes das interações do tipo genótipo x ambiente. Este conhecimento orienta no planejamento de estratégias de melhoramento, na recomendação de genótipos mais produtivos, além de ser determinante na questão de estabilidade fenotípica dos materiais, para uma dada região (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

O interesse pela *Grevillea robusta* A. Cunn foi despertado pelo seu uso em cortinas quebra-vento e proteção de geadas, principalmente em lavouras de café. Reconhecida como espécie ideal para sistemas agroflorestais, devido à pouca competitividade com as culturas agrícolas, tem sido utilizada em sombreamento de pastagens com benefícios reconhecidos. Constitui-se em uma espécie alternativa de grande aceitação, devido ao rápido crescimento, plasticidade, rusticidade e boa qualidade da madeira (FERREIRA & MARTINS, 1998). Útil para a marcenaria, apicultura e lenha, a *G. robusta* é mais freqüentemente associada às lavouras de café, chá e cacau, como sombreadora ou quebra-vento (CHILD & SMITH, 1960; WILLEY, 1975; SCHIEBER & ZENTMYER, 1978; BAGGIO, 1983).

G. robusta é uma espécie arbórea da família Proteaceae, que chega a atingir 35 metros de altura (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980) e 80 centímetros de DAP (BAGGIO, 1983). Originária das áreas costeiras subtropicais de New South Wales e Queensland, esta espécie australiana foi introduzida em São Paulo no final do século passado (BAGGIO, 1983), estando bem aclimatada no Brasil (CORREA, 1926).

Cultivada com sucesso nas regiões tropicais da África e outras regiões de clima quente através do mundo, encontram-se árvores de *G. robusta* desde o nível do mar até 2.300 metros de altitude (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980), em climas temperados e tropicais, passando pelo subtropical e semi-árido. A espécie vegeta tanto em locais com 400 mm de precipitação como em locais de até 3.000 mm de chuva anual, como a Costa Rica (CORREA, 1926). Segundo a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (1980), a espécie suporta temperatura de até -10° centígrados, resistindo, portanto, às geadas.

A espécie apresenta raízes pivotantes e se adapta bem a muitos tipos de solos, desde arenosos, argilosos de fertilidade média e solos ácidos. Prefere solos profundos e não tolera solos encharcados (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980). Na região norte do Estado do Paraná, a espécie tem apresentado um bom crescimento, com incremento médio anual em altura de 1,7 m em solo arenito e 2,0 m em terra roxa (BAGGIO, 1983). Em São Paulo, observou-se incrementos médios anuais em altura de 1,75 m (KOSCINSKI, 1939).

A folhagem de *G. robusta* é levemente decídua no inverno, não perdendo a totalidade de suas folhas. Seu sistema reprodutivo apresenta algumas controvérsias, sendo de polinização cruzada, segundo MORAES, (1982); monóica, segundo WONG Jr. (1974) e hermafrodita, preferindo ou não a autofecundação, segundo KOSCINSKI (1939), de qualquer maneira, a *G. robusta* sementeia abundantemente já aos cinco anos de idade e apresenta regeneração natural muito fácil. No entanto, uma vez cortada, não apresenta rebrota (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980).

Nas regiões onde tem sido cultivada, foram detectadas algumas pragas, doenças e outros problemas, como: saúva (*Atta sexdens* L.), que ataca os plantios em São Paulo, provocando a morte de algumas árvores (MELLO, 1959); entre as pragas são mencionadas ainda a cochonilha (CORREA, 1926) e a lagarta desfolhadora *Geometrydae* (BAGGIO, 1983); entre as doenças, são mencionados *Asterolacanium pustulans*, *Icerva purchasi* e *Monophlebius nivens*. Outras doenças seriam o cancro do tronco (*Botryosphaeria dothidea*), que ocorre entre 1.300 e 1.800 metros de altitude na Guatemala e a gomose e morte regressiva das árvores na Flórida (SHIEBER & ZENTMYER, 1978). Podem ocorrer também problemas edáficos, como o "dieback" decorrente de deficiência de boro (SMITH, 1960) e a redução no crescimento após 20 anos em solos secos (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1980).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os plantios de *G. robusta* foram instalados no ano de 1991, a partir de seis procedências australianas e uma de Assis, SP (testemunha), através de financiamento da FAPESP, para a importação de sementes da CSIRO, Austrália. O delineamento experimental utilizado nos três locais foi o de blocos ao acaso com 4 repetições, parcelas quadradas de 16 plantas úteis, espaçamento 3 x 3 m e bordadura externa de 3 linhas.

As características edafoclimáticas e as localizações geográficas dos locais de ensaio encontram-se na TABELA 1. As características dos locais de origem das procedências são apresentadas na TABELA 2.

TABELA 1 - Coordenadas geográficas e características edafoclimáticas dos locais onde foram instalados os testes de procedências de *G. robusta* no Estado de São Paulo.

Local	Latitude S.	Longitude N.	Altitude (m)	Clima	Precipitação média anual	Tipo de Solo
E.E. de Assis	22°40'	50°25'	562	Cwa	1.274 mm	Lva, RPV- RLV
E.E. de Avaré	20°03'	48°54'	630	Cw	1.290 mm	Lva
E.E. de Itapeva	24°02'	49°06'	730	Cfb	1.247 mm	LE, LV, M e PVLs

TABELA 2 - Coordenadas geográficas, altitudes das procedências e número de matrizes (M) em que foi feita a coletas das sementes utilizada.

Procedências	M	Latitude S.	Longitude N.	Altitude (m)
Linville QLD (1)	10	26°49'	152°16'	140
Emu Vale QLD (2)	10	28°14'	152°17'	545
Subio Por936 QLD (3)	15	27°17'	152°04'	600
Wallaby Creek QLD (4)	15	26°55'	152°13'	120
Albert River QLD (5)	10	28°16'	153°06'	300
12.6K FR Woodembong QLD (6)	11	28°26'	152°45'	200
Assis, SP - Testemunha (7)	-	22°40'	50°25'	562

Os dados de DAP e altura foram tomados aos 4 anos de idade e as análises de variância individual e conjunta para locais foram realizadas considerando a média de parcelas, conforme TABELAS 3 e 4. Nas análises, locais foram considerados como

sendo de efeito fixo e procedências e plantas dentro de procedências como de efeito aleatório. A variância fenotípica dentro de procedências foi estimada pela média ponderada dos quadrados médios entre plantas dentro das parcelas.

TABELA 3 - Quadro da análise de variância individual entre médias de parcelas para locais.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	$J-1$	QM ₁	-
Procedências	$I-1$	QM ₂	$\frac{\hat{\sigma}_{fd}^2}{\bar{K}} + \hat{\sigma}_e^2 + J\hat{\sigma}_p^2$
Resíduo	$(J-1)(I-1)$	QM ₃	$\frac{\hat{\sigma}_{fd}^2}{\bar{K}} + \hat{\sigma}_e^2$
Dentro de Proced.	$J(\bar{K} - 1)$	QM ₄	$\hat{\sigma}_{fd}^2$
Total	$JI-1$		

Onde: J = número de blocos; I = número de procedências; \bar{K} = média harmônica do número de plantas por parcela.

TABELA 4 - Quadro da análise de variância conjunta para locais a nível de médias de parcelas.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos/Locais	$L(J-1)$	QM ₁	$\hat{\sigma}_e^2 + I\hat{\sigma}_{b/l}^2$
Locais (L)	$L-1$	QM ₂	$\hat{\sigma}_e^2 + I\hat{\sigma}_{b/l}^2 + J\left(\frac{L}{L-1}\right)\hat{\sigma}_{pl}^2 + IJ\hat{\phi}_L$
Procedências (P)	$I-1$	QM ₃	$\hat{\sigma}_e^2 + LJ\hat{\sigma}_p^2$
L x P	$(L-1)(I-1)$	QM ₄	$\hat{\sigma}_e^2 + J\left(\frac{L}{L-1}\right)\hat{\sigma}_{pl}^2$
Resíduo	$L(J-1)(I-1)$	QM ₅	$\hat{\sigma}_e^2$

$\hat{\phi}_L = \sum_{k=1}^L l_k^2 / (L-1)$; l - variância de locais de efeito fixo; L , J e I são os números de locais, blocos e procedências, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Individual dos Ambientes

Os resultados das análises de variâncias individuais para locais são apresentados na TABELA 5 e o crescimento médio em DAP e altura, juntamente com o teste de Tukey, na TABELA 6.

A análise de variância individual para cada característica nos locais de ensaio revelou diferenças significativas a nível de 1% de probabilidade entre procedências, apenas para altura de plantas em Avaré, apontando a presença de variação genética entre procedências para essa característica, nessa localidade. SEBBENN *et al.* (1993), em análise preliminar deste ensaio, detectaram variação genética significativa a 1% de probabilidade pelo teste F, para o DAP e altura em todos os locais.

TABELA 5 - Resultados do teste F para os quadrados médios de DAP, coeficiente de variação experimental, sobrevivência, média e incremento médio anual (IMA) para DAP e altura de *G. robusta* para os locais de ensaio.

Procedências	DAP (cm)			Altura (m)		
	Assis	Avaré	Itapeva	Assis	Avaré	Itapeva
QM Procedências	0,4676	1,1248	0,8451	0,5791	1,1697 **	0,6334
QM Erro	0,4062	0,9467	0,4319	0,5751	0,1941	0,4384
CV _{exp} (%)	15,23	9,13	10,17	17,49	5,33	13,20
Sobrevivência (%)	87,50	98,88	89,51	87,50	98,88	89,51
Média	4,05	10,51	6,51	4,21	8,27	5,05
IMA	1,01	2,63	1,63	1,05	2,07	1,26

(**) Significativo a nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6 - Teste de Tukey para a média ponderada por parcela das características DAP e altura em procedência de *G. robusta* em três locais de experimentação. (1) - Linville; (2) - Emu Vale; (3) Subio Port 936; (4) - Wallaby Creek; (5) - Albert River; (6) - Woodenbong; (7) - Assis (Testemunha).

DAP (cm)			Altura (m)		
Assis	Avaré	Itapeva	Assis	Avaré	Itapeva
(4) 4,68 a	(6) 11,26 a	(3) 7,30 a	(4) 4,82 a	(5) 8,87 a	(3) 5,45 a
(6) 4,49 a	(3) 11,11 a	(2) 6,73 a	(5) 4,59 a	(2) 8,62 a	(1) 5,35 a
(3) 4,30 a	(4) 10,93 a	(1) 6,62 a	(2) 4,54 a	(6) 8,49 a	(2) 5,33 a
(2) 4,21 a	(7) 10,62 a	(5) 6,51 a	(3) 4,41 a	(4) 8,32 a	(5) 5,14 a
(5) 4,12 a	(2) 10,55 a	(4) 6,21 b	(6) 4,36 a	(1) 8,18 b	(4) 5,05 a
(7) 3,77 b	(5) 10,07 a	(7) 6,14 b	(7) 3,84 a	(3) 8,13 b	(6) 4,57 a
(1) 3,76 b	(1) 10,00 a	(6) 6,05 b	(1) 3,81 a	(7) 7,21 c	(7) 4,48 a

(): número da procedência.

Os resultados do crescimento médio das procedências em DAP e altura nos locais de ensaio (TABELA 5), foram superiores em Avaré, seguidos de Itapeva e Assis. O crescimento médio das procedências em Avaré, para o DAP, foi 38,1% superior em relação ao crescimento em Itapeva e

61,5% com relação a Assis. O DAP médio das árvores em Itapeva foi 37,8% superior a Assis. Para altura, o crescimento em Avaré foi 38,9% superior a Itapeva e 49,0% superior a Assis. O crescimento médio da altura em Itapeva foi 16,6% superior a Assis. Estes resultados indicam uma

maior adaptação de todas as procedências às condições ambientais de Avaré, devido a suas características edafoclimáticas. Uma evidência do baixo desempenho apresentado pelas procedências em Assis, está associado ao tipo de solo, latossolo vermelho-escuro distrófico, álico, ácido e de baixa fertilidade. Da mesma forma, a superioridade na performance das procedências em Avaré está associada a seu solo, latossolo vermelho-amarelo fase arenosa, de melhor fertilidade. Segundo FERREIRA & MARTINS (1998), as condições ideais para o desenvolvimento da *G. robusta* compreenderiam temperaturas entre 15-18°C e precipitação de 1000 a 2000 mm por ano, sendo que nestas condições, chega a apresentar incrementos médios anuais de 2 m de altura e 2 cm de DAP.

O coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) variou de baixo (altura em Avaré - 5,33%) a médio (altura em Assis - 17,49%), indicando que o controle experimental foi bom em todos os locais e características, permitindo uma boa precisão para as estimativas dos parâmetros. A sobrevivência de plantas nos ensaios foi alta, variando de 87,5% em Assis a 98,88% em Avaré, indicando uma boa adaptação da espécie aos três locais de estudo, em especial para Avaré. A alta sobrevivência de plantas em Avaré, combinada com o maior crescimento para as características avaliadas, sugere que este local é o mais adequado dos ambientes ensaiados para o reflorestamento intensivo com a espécie, bem como para a instalação de pomares de sementes. Entretanto, esta última afirmação só poderá ser confirmada, com precisão, após a espécie começar a produzir sementes, quando então esta característica poderá ser avaliada. Mesmo considerando que a maioria das características não apresentou variação genética significativa pelo teste F, fez-se o teste de Tukey entre as médias, a fim de detectar-se diferenças significativas, por um método não paramétrico.

Comparando-se a classificação das procedências entre os locais, separadamente para cada característica (TABELA 6), observa-se que há grandes diferenças entre os locais, sugerindo fortes efeitos da interação genótipo x ambiente. Em Assis, a procedência Wallaby Creek foi a que apresentou melhor desenvolvimento, tanto para DAP como para altura, sendo que para o DAP o contraste entre as médias, pelo teste de Tukey, mostrou diferenças significativas entre esta procedência e as procedências

Linville e Assis (testemunha). O crescimento da procedência Wallaby Creek foi 19,31% superior em DAP e 20,8% em altura, em relação a pior procedência (Linville). A procedência Linville apresentou um desempenho inferior a testemunha, sendo deliberadamente descartada de uma etapa futura de seleção.

Em Avaré, o teste de Tukey não detectou diferenças estatisticamente significativas entre procedências para o DAP. Para altura, as procedências Albert River, Emu Vale, 12.6K FR Woodembong e Wallaby Creek diferem de Linville e Subio Por936 que, por sua vez, diferem da Assis (testemunha). Para o DAP, a procedência 12.6K FR Woodembong foi a que apresentou o melhor desempenho e para altura foi a procedência Albert River. Entretanto, a procedência 12.6K FR Woodembong ficou em terceiro lugar na classificação para altura e a procedência Albert River em sexto lugar para a classificação a partir do DAP, além de ter apresentado um desempenho inferior à testemunha. A procedência 12.6K FR Woodembong apresentou um crescimento para o DAP 11,7% superior em relação ao crescimento da procedência Albert River. Já, para altura, a procedência Albert River foi superior em 19,0% com relação a procedência Assis, de pior crescimento. Esses resultados indicam a procedência 12.6K FR Woodembong como a melhor para Avaré. Nessa localidade as procedências Emu Vale, Albert River e Linville, tiveram crescimentos em DAP inferior à testemunhas.

O teste de Tukey em Itapeva mostrou que as procedências Subio Por936, Emu Vale, Linville e Albert River diferiram estatisticamente para o DAP das procedências Wallaby Creek, Assis e 12.6K FR Woodembong. Para altura as procedências não diferiram entre si. A procedência Subio Por936 foi a de melhor comportamento para DAP e altura. Seu crescimento em DAP foi 18,6% superior à de pior performance (12.6K FR Woodembong) e seu crescimento em altura, 18,1% superior à testemunha (Assis), que apresentou o pior desempenho.

SEBBENN *et al.* (1993) analisando esse mesmo ensaio aos dois anos de idade, encontraram, da mesma forma, a procedência Wallaby Creek como a de melhor performance para o DAP e para altura em Assis. Para Avaré os autores encontraram a procedência Emu Vale como a melhor para DAP e 12.6K FR Woodembong para altura. Em Itapeva, a melhor procedência para o crescimento em DAP e

altura foi a Linville. A mudança na posição de classificação de desempenho das procedências para Avaré e Itapeva e a não detecção de variações genéticas aos 5 anos, na maioria das características para os locais, mostram que o material está em plena competição, não apresentando estabilidade nos ambientes até este momento. Portanto, o ideal será uma avaliação do material em idades mais maduras, para que possam ser feitas recomendações definitivas.

4.2 Análise Conjunta dos Ambientes

Os resultados da análise de variância conjunta para os locais são apresentados na TABELA 7.

A análise de variância conjunta para locais, nas duas características, revelou variação genética entre as procedências para altura a nível de 1% de probabilidade. Para interação procedências x locais, detectaram-se variações significativas a 1% de probabilidade pelo teste F. SEBBENN *et al.* (1993),

detectaram diferenças significativas (1%), para altura e DAP, entre procedências, aos dois anos de idade, mostrando poucas diferenças com os resultados aqui apresentados.

A ausência de variações significativas entre procedências para o DAP é coerente com as análises individuais por locais. Para altura, essas diferenças significativas decorrem possivelmente da alta variação detectada entre as procedências em Avaré. A presença de fortes interações, era esperada, dada as grandes diferenças ambientais entre os locais de experimentação. A interação procedências x locais, de acordo com a mudança na classificação de desempenho das procedências entre os locais, mostrou-se como sendo do tipo complexa, implicando que a recomendação das procedências deva ser específica para cada local de ensaio, não sendo possível a recomendação de uma procedência ideal para os três locais. O coeficiente de variação experimental da análise conjunta foi baixo para as duas características, sugerindo que os resultados obtidos são confiáveis.

TABELA 7 - Resultados do teste F para os quadrados médios da análise conjunta entre locais, coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) e crescimento médio em DAP e altura de *G. robusta*.

FV	DAP (cm)	Altura (m)
Locais (L)	301,6672	123,2046
Procedências (P)	1,1073	1,5622 **
L x P	135,5204 **	88,0608 **
Erro	0,5949	0,4025
CV_{exp} (%)	10,86	10,81
Média	7,10	5,87

(**) Significativo a nível de 1% de probabilidade.

4.3 Variação Genética Entre e Dentro de Procedências

A análise da distribuição da variação genética entre e dentro de procedências de *G. robusta* (TABELA 8) mostrou, para ambas as características nos três locais de ensaio que a maior parte da variação genética na espécie está distribuída dentro das procedências (populações). Atenta-se para o fato de que $\hat{\sigma}_{fd}^2$, corresponde a variação fenotípica entre plantas dentro das populações,

e que esta é composta de $\frac{1}{4}$ de variância aditiva entre indivíduos de diferentes famílias e $\frac{3}{4}$ de variância aditiva dentro de famílias. Assim, espera-se que uma boa parte da variação observada seja devido ao componente genético. Altos níveis de variabilidade genética dentro de populações, têm sido detectados para a maioria das espécies arbóreas temperadas e tropicais, avaliadas a partir de caracteres quantitativos e de dados de marcadores genéticos (HAMRICK, 1983; HAMRICK & GODT, 1990).

TABELA 8 - Percentual de variação genética entre procedências ($\hat{\sigma}_p^2$), fenotípica dentro de procedências ($\hat{\sigma}_{fd}^2$) e total ($\hat{\sigma}_t^2$) em *G. robusta* para DAP e altura em três locais de experimentação.

	Assis		Avaré		Itapeva	
	DAP	Altura	DAP	Altura	DAP	Altura
$\hat{\sigma}_p^2$ (%)	1,11	0,06	0,89	19,62	2,25	3,71
$\hat{\sigma}_{fd}^2$ (%)	98,89	99,94	99,11	80,38	97,75	96,29
$\hat{\sigma}_t^2$ (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Esta estrutura populacional mostra a riqueza da variabilidade genética existente dentro das populações, possível de exploração através da seleção. Como a maior parte da variação está contida dentro das populações, não há necessidade da introdução de muitas procedências, sendo que uma ou poucas procedências fornecem variabilidade suficiente para iniciar um programa de melhoramento com a espécie, visando atender as necessidades de produção de madeira, moirões e forma de copa para quebra-vento. A variabilidade genética detectada dentro das populações está associada ao número de matrizes em que foi feito a coleta das sementes para o ensaio. Verifica-se na TABELA 2, que o número mínimo de matrizes em que foi feito a coleta foi de 10. Apesar deste número ser baixo, ele ainda proporcionou um bom nível de variação genética dentro das populações. Entretanto, na nova introdução das procedências, deve-se atentar para um tamanho efetivo mínimo (\hat{N}_e) viável para um programa de seleção recorrente, onde se objetiva o aumento de alelos favoráveis e a manutenção da variabilidade genética no decorrer dos ciclos de seleção. Um \hat{N}_e mínimo de duzentos já seria suficiente (SOUZA Jr., 1995). Tratando-se de sementes de meios-irmãos ($\hat{N}_e = 4$), a introdução de 50 famílias ($4 \times 50 = 200$), já atenderia a este objetivo. Atenta-se para o fato de que o \hat{N}_e de meios-irmãos, é quatro quando o número de indivíduos por família tende ao infinito, portanto, para corrigir os desvios do tamanho infinito, sugere-se que a introdução seja de mais ou menos 75 famílias. Acredita-se que esta prática, permita a condução de um programa de melhoramento da espécie, a longo prazo.

5 CONCLUSÕES

Detectaram-se variações genéticas significativas entre procedências apenas para altura total de plantas em Avaré.

O comportamento silvicultural das características DAP e altura e a sobrevivência de plantas no ensaio mostraram uma melhor adaptação da espécie às condições edafoclimáticas de Avaré, independente da procedência.

A análise conjunta dos ambientes revelou diferenças significativas para a característica altura entre procedências e interação procedências x locais para DAP e altura, sugerindo que a recomendação das procedências deve ser específica para cada local de ensaio.

O crescimento médio em DAP e altura, indicou, para Assis, a procedência Wallaby Creek como a de melhor desenvolvimento, para Avaré, a procedência 12.6K FR Woodembong e, para Itapeva, a procedência Subio Por936.

A distribuição da variação genética entre e dentro de procedências revelou que em média mais de 90% da variabilidade está distribuída dentro das populações, indicando que o melhoramento da espécie deve ser dirigido para seleções dentro das procedências mais produtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGGIO, A. S. 1983. *Sistema agroflorestal Grevillea x café: início de nova era na agricultura paranaense*. Curitiba, EMBRAPA-UFPFCS. 15p. (Circular Técnica, 9)
- CHILD, R. & SMITH, A. N. 1960. Manganese toxicity in *Grevillea robusta*. *Nature*, London. 186(4730):1067.

SEBBENN, A. M. *et al.* Teste de procedências de *Grevillea robusta* A. Cunn.

- CORREA, M. P. 1926. *Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro, Serviço de Informações Agrícolas. v. 3. p. 490-491.
- FERREIRA, C. A. & MARTINS, E. G. 1998. O potencial da grevilea (*Grevillea robusta* A. Cunn.) para reflorestamento. In: SIMPÓSIO SOBRE ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS. Curitiba-PR, out. 06, 1998. Colombo, EMBRAPA. p. 171-178.
- HAMRICK, J. L. 1983. The distribution of genetic variation within and among natural plant population. In: SCHONE-WALD-COX, C. M. *et al.* *Genetics and conservation*. Menlo Park, California, Benjamin Cummings Publishing Company. p. 335-348.
- HAMRICK, J. L. & GODT, M. J. W. 1990. Allozyme diversity in plant species. In: BROWN, A. H. D. *et al.* (eds.) *Plant population genetics, breeding and genetic resources*. Massachusetts, Sinauer, Sunderland. p. 43-63.
- KOSCINSKY, M. 1939. *Grevillea robusta*. *Boletim de Agricultura*, São Paulo, 39:3-21.
- MELLO, H. A. 1959. Ensaio de espaçamento com *Grevillea robusta* A. Cunn. *Revista de Agricultura*, São Paulo, 34(4):267-272.
- MORAES, E. 1982. *Fenologia do florescimento e frutificação de Grevillea robusta A. Cunn. nas condições de São Simão, São Paulo*. Piracicaba, ESALQ/USP. 15p. (datilogr.)
- NAMKOONG, G. 1979. *Introduction to quantitative genetics in forestry*. Washington, U. S Department of Agriculture, Forest Service. 342p. (Technical Bulletin, 1588)
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1980. *Grevillea robusta*. Washington, National Academy of Science. 237p. (Firewood Crops) (Physical Science, 77)
- REGAZZI, A. J. 1987. *Métodos estatísticos para a avaliação da interação genótipo x ambiente*. Viçosa, UFV, Departamento de Matemática. 34p. (apostila não publicada)
- SCHIEBER, E. & ZENTMYER, G. A. 1978. An important canker disease on *Grevillea* in Guatemala. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, 62(10):923-924.
- SOUZA Jr., C. L. 1995. Manutenção de coleções de bancos de germoplasma. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Genética. 28p. (Publicações Didáticas)
- SEBBENN, A. M. *et al.* 1993. Variação genética entre procedências de *Grevillea robusta* A. Cunn. nas regiões de Assis, Avaré e Itapeva, SP. (Res. preliminares). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba-PR, 1993. *Anais...* São Paulo, SBS/SBEF. p. 166-168.
- SMITH, A. N. 1960. Boron deficiency in *Grevillea robusta*. *Nature*, London, 186(4729):987.
- VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética. 496p.
- WILLEY, R. N. 1975. The use of shade in coffee, cocoa and tea. *Horticultural Abstracts*, St. Joseph, 45(12):791-798.
- WONG, Jr., W. H. C. 1974. *Grevillea robusta* A. Cunn. In: SHOPMEYER, C. S. (coord.) *Seeds of wood plants in the United States*. Washington, U. S. Department of Agriculture, Forest Service. p. 437-438. (Agriculture Handbook, 450)
- WRIGHT, J. W. 1976. *Introduction to forest genetics*. New York, Academic Press. 462p.