

# VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE GONÇALO-ALVES (*Astronium fraxinifolium*) EM DOIS SISTEMAS DE PLANTIO<sup>1</sup>

Cidinei Santos de SOUZA<sup>2</sup>  
Ananda Virgínia de AGUIAR<sup>3</sup>  
Alexandre Marques da SILVA<sup>4</sup>  
Mario Luiz Teixeira de MORAES<sup>5</sup>

## RESUMO

A variação genética em uma população de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) foi avaliada em dois sistemas de plantios. O primeiro experimento (consorciado) foi instalado em 19 de janeiro de 1995, sob um povoamento de *Pinus kesiya*. Já o segundo, homogêneo, foi instalado em 4 de abril de 1995, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, em Selvíria-MS. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos completos casualizados, com 30 progênies, 3 repetições e 5 plantas/parcela no ensaio consorciado, e 28 progênies, 4 repetições e 10 plantas/parcela, com espaçamento de 3,0 x 2,25 m, no ensaio homogêneo. O local de implantação das progênies de gonçalo-alves, no ensaio consorciado, foi em uma área desbastada aleatoriamente de *P. kesiya* com 11 anos de idade, que apresentava uma população e espaçamento inicial de 10 plantas/parcela. Esse desbaste foi realizado aos 10 anos de idade. Os caracteres avaliados foram: altura total das plantas (ALT), diâmetro médio da copa (DMC), forma do fuste (FOR), altura do fuste (ALF), diâmetro do fuste a 30 cm do solo (DA3). As progênies de gonçalo-alves do experimento consorciado apresentam maior variabilidade genética do que as do experimento homogêneo. Já a condição de sistema de plantio homogêneo foi a mais viável para o desenvolvimento da espécie. Assim, avaliações em idades mais avançadas seriam necessárias para verificar o comportamento dessa espécie em relação à expressão da variabilidade genética e seu desenvolvimento nos dois sistemas de plantio. Os caracteres altura total e diâmetro médio da copa foram indicados para se basear na escolha das melhores plantas de gonçalo-alves.

Palavras-chave: variação genética; sistema de plantio; teste de progênies; população natural; conservação genética.

## ABSTRACT

The genetic variation of gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) population was evaluated in two planting systems. The first one (consortium) was set up on 19 January, 1995 under a *Pinus kesiya* population. The second one was set up on 4 April, 1995 at the Teaching and Research Farm at the Engineering Faculty - Ilha Solteira Campus/UNESP, located in the municipality of Selvíria, MS. The statistical design used was the complete randomized block with 30 progenies, 3 replications and 5 plants per plot on experiment consortium, and 28 progenies, 4 replications and 10 plants per plot in homogeneous experiment, with spacing of 3.0 x 2.25 meters. The place for setting up gonçalo-alves progenies, on trial consortium, was an area randomly cut off of *Pinus kesiya* with 11 years old, which presented a population of 10 plants/plot and spacing of 2.0 x 2.5 meters. This paring was performed at 10 years old. The traits evaluated were: plants total height (ALT), medium diameter of the top (DMC), stem form (FOR), stem high (ALF) and stem diameter at 30 cm from soil (DA3). Gonçalo-alves progenies of experiment consortium showed larger genetic variability than the homogeneous experiment. However, evaluations would be necessary, at more advanced ages, concerning to the genetic variability and its development in two planting systems. On the other hand, the condition of homogeneous planting system was more viable to the species development. The traits plant total height and medium diameter of top were indicated as basis to choose the best gonçalo-alves plants.

Key words: planting system; genetic variation; progenies test; natural population; genetic conservation.

(1) Trabalho de graduação do primeiro autor apresentado à FEIS-UNESP/Ilha Solteira. Aceito para publicação em dezembro de 2003. (Apoio financeiro CNPq).

(2) Av. Brasil Centro, 56, 15.385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil.

(3) Universidade Federal de Goiás, Antiga rodovia Goiânia-Nova-Veneza, Campus Samambaia, Departamento de Genética e Melhoramento de Plantas, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 74001-970, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: anandav@bol.com.br

(4) Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Av. Brasil Centro, 56, 15.385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil.

(5) Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Av. Brasil Centro, 56, 15.385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: teixeira@agr.feis.unesp.br

## 1 INTRODUÇÃO

A destruição das florestas nativas pelo homem vem ocorrendo há várias décadas, sem a preocupação com prejuízos futuros. Essa destruição ocorreu, principalmente, pelas necessidades do homem em utilizar a madeira como matéria-prima na construção civil e naval, na marcenaria, na fabricação de ripas, caibros, estacas, mourões, e na sua utilização como fonte de energia. Essa destruição também está relacionada à expansão da fronteira agrícola.

Ribeiro & Silva (1996) citam que o grande desafio para manutenção e recuperação da biodiversidade do bioma cerrado está na seleção de genótipos das espécies “fitossociologicamente” companheiras para diferentes sistemas de plantio. O cultivo associado entre espécies visa conhecer os diferentes comportamentos entre elas, permitindo que se chegue a um modelo de plantio consorciado favorável. Se houver boa rentabilidade e sustentabilidade no uso de espécies nativas, o produtor naturalmente deverá adotá-las. Infelizmente, estudos sobre plantios consorciados com espécies do cerrado ainda são praticamente ausentes.

Kanashiro (1992) afirma que os ensaios comparativos de espécies são o ponto básico e inicial para um programa de silvicultura, tanto de espécies nativas quanto exóticas, sendo uma fase em que se inclui muitas espécies de interesse econômico e/ou ecológico, uma vez que estes ensaios devem informar quanto ao comportamento, crescimento e adaptação das espécies. Quando se desconhece totalmente a ecologia das espécies é muito importante que essas avaliações sejam feitas em diferentes sistemas silviculturais (plantio homogêneo e heterogêneo), para que as espécies não sejam descartadas precocemente de um determinado programa de pesquisa.

A utilização de espécies nativas em reflorestamento possibilita a manutenção de sua variabilidade através da implantação e manejo de povoamentos puros e mistos, conservando espécies potenciais na forma *in situ* e *ex situ*, preservando, dessa forma, seu papel ecológico. Assim, para que tais ensaios sejam implantados de forma correta, é necessária a compreensão de estrutura genética das populações e das interações do ecossistema.

Além disso, deve-se considerar o tamanho efetivo das populações, a distribuição geográfica das espécies, os mecanismos de polinização e dispersão de sementes e o tipo de comunidade em que a espécie ocorre (Hamrick, 1983).

As espécies arbóreas da família Anacardiaceae têm uma grande importância na reconstrução das florestas nativas, pois, são de ampla ocorrência no Brasil, sendo encontradas em vários habitats, e utilizadas de diversas formas como para alimentação, paisagismo, extração de tanino, verniz, madeireiro e medicina. Dentro da família Anacardiaceae, a espécie *Astronium fraxinifolium* Schott tem um grande valor econômico, pois sua madeira é muito utilizada nas construções civil e naval, marcenarias, confecção de dormentes, corrimão, balaústres, mancais, esteios, rodas hidráulicas, portas de fino acabamento e, pelo seu porte médio (8-12 m de altura) e graciosidade de sua copa, é muito utilizada para o paisagismo em geral (Lorenzi, 1992). Sua madeira é muito pesada (densidade 1,09 g/cm<sup>3</sup>), compacta, rija e de grande durabilidade sob condições naturais (Lorenzi, 1992). *A. fraxinifolium* possui um padrão de distribuição agrupada e um grande poder de auto-regeneração, o que deve permitir a renovação dos indivíduos e perpetuação da espécie (Martins Netto, 1993).

Gurgel Garrido *et al.* (1997) afirmaram que uma maneira de se obter melhor desenvolvimento de algumas espécies é plantá-las em consórcio com outras espécies. Esses mesmos autores, trabalhando com aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.), consorciada com *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*, citam que essa interação é benéfica ao desenvolvimento da aroeira em altura, devido ao efeito de sombreamento. Assim, o sub-bosque de *Pinus* passa a ser viável ao plantio de algumas espécies arbóreas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade genética de uma população natural de gonçalo-alves, para os principais caracteres silviculturais, além de verificar o desenvolvimento desta espécie em plantio homogêneo e consorciado sob um teste de progênies de *Pinus kesiya* Royle ex Gordon, desbastado aleatoriamente com uma intensidade de 50%, após dez anos de campo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material

Para este estudo foram coletadas sementes em uma população de gonçalo-alves (*A. fraxinifolium*) representada por 30 árvores de polinização livre, localizada às margens da rodovia BR 158, num percurso de 7.150 m, no município de Selvíria-MS, em setembro de 1994.

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia da UNESP-Ilha Solteira, situada à margem direita do rio Paraná, no município de Selvíria-MS, localizada nas coordenadas geográficas 20°19'S, 51°26'W e 327 metros de altitude. Ilha Solteira é caracterizada como uma região de inverno não rigoroso e temperaturas amenas, que variam de 17,6°C a 29,2°C, com uma umidade relativa média de 64,8%, evaporação média de 7,3 horas/dia e uma precipitação anual de 1.232,2 mm/ano (Hernandez *et al.*, 1995). A vegetação original encontrada na área em estudo é do tipo cerrado. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1999).

### 2.2 Métodos

O primeiro teste de progênies foi instalado em 19/01/95, sendo que as plantas de gonçalo-alves foram colocadas no lugar das plantas de *P. kesiya* (espaçamento inicial de 2,0 x 2,5 m), que haviam sido desbastadas aos 10 anos. Esse desbaste foi feito com intensidade de 50%, ou seja,

foram selecionadas as piores árvores da parcela para serem eliminadas, não importando a sua posição na mesma. O segundo experimento foi instalado em 04/04/95 referente ao plantio homogêneo, no espaçamento de 3,00 x 2,25 m. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados, tanto no experimento consorciado (30 tratamentos (progênies), 3 repetições e 5 plantas/parcela) como no homogêneo (28 tratamentos (progênies), 4 repetições e 10 plantas/parcela). Ressalta-se que as parcelas estão na forma linear, em ambos os experimentos.

A coleta dos dados silviculturais teve início em 1999, quando as plantas estavam com quatro anos de idade. Os caracteres silviculturais avaliados foram: altura total para os anos de 1999 (ALT1) e 2000 (ALT2) em metros; diâmetro médio da copa para o ano de 1999 (DMC1) e de 2000 (DMC2) em metros; forma do fuste para o ano de 2000 (FOR2) conforme escala de notas proposta por Aguiar (2001); altura do fuste no ano de 1999 (ALF1) e 2000 (ALF2) em metros; diâmetro do fuste a 30 cm do solo para o ano de 1999 (DA31) e de 2000 (DA32) em centímetros.

### 2.3 Análise de Variância e Estimativas de Parâmetros Genéticos e Estatísticos

Foram realizadas análises individuais para cada experimento e uma conjunta, envolvendo os dois experimentos, sendo que o efeito de experimento foi considerado fixo e o de progênies aleatório, conforme o esquema da análise de variância contido na TABELA 1.

TABELA 1 – Esquema da análise de variância individual utilizado para caracteres silviculturais na população de gonçalo-alves.

Fonte de Variação	GL	QM	E(QM)	F
Repetições	(r - 1)	Q <sub>1</sub>	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + p\sigma_r^2$	Q <sub>1</sub> /Q <sub>3</sub>
Progênies	(p - 1)	Q <sub>2</sub>	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	Q <sub>2</sub> /Q <sub>3</sub>
Erro	(r - 1)(p - 1)	Q <sub>3</sub>	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	-
Dentro	(n - 1)pr	Q <sub>4</sub>	$\sigma_d^2$	-

$\bar{n}$  é a média harmônica do número de plantas utilizadas dentro de parcelas;  $\sigma_d^2$ : estimada fora da análise de variância.

O modelo estatístico adotado nas análises individuais, dentro dos experimentos estudados, foi:

$$Y_{ijk} = m + r_j + p_i + d_{k(ij)} + e_{ij},$$

onde:  $Y_{ijk}$  é a observação na árvore  $k$ , da progênie  $i$ , na repetição  $j$ ;  $m$  é a média geral;  $r_j$  é o efeito da repetição  $j$ , onde  $j = 1, 2, \dots, r$ ;  $p_i$  é o efeito da progênie  $i$ , onde  $i = 1, 2, \dots, p$ ;  $d_{k(ij)}$  é o desvio referente à árvore  $k$  da parcela  $ij$ , com  $k = 1, 2, \dots, n$ , e  $e_{ij}$  é o efeito do erro experimental.

As estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos para os caracteres quantitativos foram obtidas em nível de média de parcelas, baseando-se em Vencovsky & Barriga (1992).

O modelo estatístico adotado na análise conjunta, envolvendo os experimentos, foi:

$$Y_{ijk_u} = m + r_{j(u)} + s_u + p_i + (ps)_{iu} + d_{u(iju)} + \bar{e}_{ij(u)}$$

onde:  $Y_{ijk_u}$  é a observação na árvore  $k$ , da progênie  $i$ , na repetição  $j$ , no experimento  $u$ ;  $m$  é a média geral;  $r_{j(k)}$  é o efeito da repetição  $j$ , dentro do experimento  $u$ , onde  $j = 1, 2, \dots, r$ ;  $s_u$  é o efeito do experimento  $u$ , onde  $u = 1, 2, \dots, s$ ;  $p_i$  é o efeito da progênie  $i$ , onde  $i = 1, 2, \dots, p$ ;  $(ps)$  é o efeito da interação progênie x experimento;  $d_{k(iju)}$  é o desvio referente à árvore  $k$  da parcela  $iju$ , com  $k = 1, 2, \dots, n$ , e  $\bar{e}_{ij(u)}$  é o efeito do erro experimental médio.

O esquema da análise de variância conjunta encontra-se na TABELA 2.

TABELA 2 – Esquema da análise de variância conjunta para os caracteres silviculturais estudados, em cada ano.

Fonte de Variação	GL	QM	E(QM)	F
Repetições/Experimentos	$(r - 1)$	$Q_1$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + p\sigma_{r/s}^2$	$Q_1/Q_5$
Experimentos (S)	$(s - 1)$	$Q_2$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + p\sigma_{r/s}^2 + r\left(\frac{s}{s-1}\right)\sigma_{ps}^2 + rpV_s$	$\frac{Q_2 + Q_5}{Q_1 + Q_4}$
Progênes (P)	$(p - 1)$	$Q_3$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + rs\sigma_p^2$	$Q_3/Q_5$
P x S	$(s - 1)(p - 1)$	$Q_4$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + r\left(\frac{s}{s-1}\right)\sigma_{ps}^2$	$Q_4/Q_5$
Erro Médio	$s(r - 1)(p - 1)$	$Q_5$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_c^2$	–
Dentro Médio	$(n - 1)rps$	$Q_6$	$\sigma_d^2$	–

Onde: GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; E(QM) = esperança dos quadrados médios; F = teste F.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população de gonçalo-alves estudada não apresentou diferença significativa entre as progênes, para todos os caracteres estudados, tanto no experimento homogêneo como no consorciado (TABELA 3). Uma das hipóteses para explicar essa ausência de diferença entre as progênes estaria relacionada ao fato dos testes de progênes terem sido analisados na fase de madeira juvenil, para essa espécie, não havendo ainda tempo para a expressão da variação entre as progênes. Outra possível explicação, mas que necessita de estudos mais profundos, como a utilização de marcadores moleculares, estaria ligada ao efeito fundador,

pois, nessa espécie é comum o fato de a partir de poucos indivíduos remanescentes ocorrer uma expansão demográfica na população. Esse fato foi observado às margens da rodovia BR 158 no trecho onde se desenvolveu este estudo.

Na análise conjunta verificou-se diferença significativa entre os experimentos para a maioria dos caracteres estudados, o que evidencia a influência do manejo no desenvolvimento das progênes. Já para a interação progênes x experimentos não houve diferença significativa para a maioria dos caracteres avaliados, evidenciando um comportamento semelhante das progênes nos dois experimentos (TABELA 4).

TABELA 3 – Médias e resultados da análise de variância para os caracteres silviculturais da população de gonçalo-alves, em dois experimentos, sendo um homogêneo (HOMO) e outro consorciado (CONS), em Selvíria–MS.

Caracteres	HOMO				CONS			
	Média	CV <sub>exp</sub> (%)	F	Pr > F	Média	CV <sub>exp</sub> (%)	F	Pr > F
ALT1 (m)	3,00	17,17	1,25	0,2178	2,20	20,03	1,50	0,0941
ALT2 (m)	3,28	14,51	1,35	0,1526	2,50	20,46	1,21	0,2663
DMC1 (m)	1,18	19,45	1,39	0,1334	0,85	27,60	1,53	0,0827
DMC2 (m)	1,54	19,01	1,31	0,1774	1,06	31,94	1,41	0,1334
ALF1 (m)	1,20	21,62	0,67	0,8759	1,09	27,27	0,60	0,9338
ALF2 (m)	1,40	18,53	0,95	0,5398	1,23	22,25	0,72	0,8283
DA31 (cm)	5,85	15,70	0,93	0,5671	2,32	27,52	1,08	0,3922
DA32 (cm)	6,52	12,60	1,26	0,2137	2,98	23,92	0,80	0,7356
FOR2	3,62	16,75	0,74	0,8058	3,72	18,17	1,71	0,0411

Onde: ALT1 e ALT2 = altura total em 1999 e 2000; DMC1 e DMC2 = diâmetro médio da copa em 1999 e 2000; ALF1 e ALF2 = altura do fuste a 30 cm do solo em 1999 e 2000; DA31 e DA32 = diâmetro do fuste a 30 cm do solo em 1999 e 2000, e FOR2 = forma do fuste.

TABELA 4 – Estimativas dos valores do teste F para efeitos de experimentos (EXP) e da interação progênies x experimentos (PROG x EXP), envolvendo uma população de gonçalo-alves, em dois experimentos, sendo um homogêneo (HOMO) e outro consorciado (CONS), em Selvíria-MS.

FV	Caracteres								
	ALT1	ALT2	DMC1	DMC2	DA31	DA32	ALF1	ALF2	FOR2
EXP	11,42*	13,07**	12,17**	14,28**	135,73**	159,54**	2,54	9,55**	0,52
PROG x EXP	1,75*	1,56	1,38	1,67*	1,26	1,24	0,66	0,75	1,74*

Onde: \* e \*\* = valores do teste F significativos a 5% e 1% de probabilidade; ALT1 e ALT2 = altura total 1999 e 2000; DMC1 e DMC2 = diâmetro médio da copa de 1999 e 2000; ALF1 e ALF2 = altura do fuste 1999 e 2000; DA31 e DA32 = diâmetro do fuste a 30 cm do solo de 1999 e 2000, e FOR2 = forma do fuste.

As médias de todos os caracteres avaliados no experimento homogêneo foram maiores do que as médias do experimento consorciado, com exceção da forma do fuste (TABELA 3). As médias para altura de plantas total, diâmetro médio da copa e diâmetro da planta à altura de 30 cm do solo foram menores quando comparadas com as obtidas por Aguiar *et al.* (2003) para a mesma população de gonçalo-alves, intercalada com uma população de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (jacarandá-caroba). Esses autores encontraram, para gonçalo-alves, estimativas de 3,88 m e 4,71 m para altura total de plantas, aos três e quatro anos após o plantio, respectivamente, e para os outros dois caracteres as estimativas foram de 6,43 cm e 1,94 m, aos três anos de idade. Resultados superiores para altura total também foram obtidos por Fonseca *et al.* (1998), quando trabalharam com três espécies nativas

em teste de progênies, inclusive gonçalo-alves e obtiveram os seguintes resultados para altura total: 3,50 m, 3,21 m e 3,90 m para *A. fraxinifolium*, *M. urundeuva* e *Terminalia argentea* Mart. et Succ., respectivamente aos três anos de idade, no mesmo local em que foi realizado o presente trabalho.

As médias nos dois experimentos para o caráter forma do fuste foram mais baixas que as obtidas por Aguiar *et al.* (2003) quando trabalharam com duas populações de gonçalo-alves consorciada com *J. cuspidifolia*, tanto para a população de gonçalo-alves de Ilha Solteira (4,58) quanto para a população de Selvíria (4,75). Isso reflete o grande número de bifurcações do caule e tortuosidades. Freitas *et al.* (2002) também obtiveram resultados superiores para *M. urundeuva* (5,90), aos quatro anos e seis meses de idade, em diferentes sistemas de plantios.

Os valores dos coeficientes de variação experimental no experimento homogêneo foram menores que no experimento consorciado para os caracteres avaliados. No experimento homogêneo, o  $CV_{exp}$  para altura total diminuiu com o passar dos anos, demonstrando uma menor influência do ambiente para esse caráter, não ocorrendo o mesmo para o experimento consorciado (TABELA 3). Moraes *et al.* (1992), trabalhando com duas populações de *M. urundeuva*, sugerem que essa diminuição do coeficiente experimental está em função do efeito de mudas que se manifesta nos primeiros anos. Foi notada uma influência ambiental maior nesse trabalho do que nos dois experimentos de gonçalo-alves consorciado com jacarandá-caroba implantados no mesmo local do presente trabalho, onde se verificou que os coeficientes de variação experimental ( $CV_{exp}$ ) para os caracteres silviculturais variaram de 4,84% a 12,69% e 5,66% a 16,37% DBC e ALTI para a população de gonçalo-alves de Selvíria e Ilha Solteira, respectivamente (Aguiar *et al.*, 2003).

Os valores do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) variaram de 0,00% a 6,04% para o experimento homogêneo (HOMO) e no experimento consorciado (CONS), os valores variaram de 0,00% a 11,77% (TABELA 5). Portanto, para maioria dos caracteres os valores foram acima dos valores médios obtidos para espécies nativas que, segundo Kageyama *et al.* (1990), ficam em torno de 3,25%. Verifica-se que o  $CV_g$  médio do experimento homogêneo foi de 4,63%, enquanto o do experimento consorciado está em torno de 8,38%. Logo, na condição mais desvantajosa para a espécie (sombreamento proporcionado pelo *Pinus*) a população de gonçalo-alves expressou mais variabilidade genética. Os resultados verificados foram condizentes aos obtidos para a mesma população consorciada com jacarandá-caroba, os quais variaram de 1,08% a 7,92% para diferentes caracteres silviculturais (Aguiar *et al.*, 2003). Por outro lado, são superiores aos encontrados para ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol.) por Etori *et al.* (1996), que variaram de 0,0 a 4,19%. Já as estimativas de  $CV_g$ , citadas por Sampaio & Venturieri (1990), para *Copaifera multijuga* (30,65%), *Hymenaea courbaril* (27,50%), *Apuleia leiocarpa* (16,94%) e *Hymenobolium* sp. (23,50%) foram mais altas do que os valores obtidos para altura total no presente trabalho.

Em geral, as estimativas obtidas para o quociente  $b$  ( $CV_g/CV_{exp}$ ) foram baixas, sugerindo que no experimento homogêneo o caráter mais indicado para a seleção seria o DMCI. Já no experimento consorciado destaca-se a forma, como caráter importante para seleção quando as progênies estão em condição de sombreamento.

Analisando-se os outros coeficientes de variação verifica-se que no experimento consorciado foram obtidas as maiores variações. Assim, a média do coeficiente de variação dentro foi de 50,20% contra 33,83% do experimento a pleno sol. Essa maior variação pode estar ligada ao fato que no experimento sombreado as plantas de uma parcela foram colocadas no lugar das árvores de *P. kesiya*, que foram cortadas dentro da parcela. Tal fato também se repete para os coeficientes de variação em nível de plantas ( $CV_F$ ) e de médias ( $CV_{Fm}$ ). Os resultados encontrados para essa espécie são similares às estimativas feitas para outras espécies como *M. urundeuva* (Oliveira *et al.*, 2000), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Sebbenn *et al.*, 1999), *T. heptaphylla* (Etori *et al.*, 1996), *Dipteryx alata* Vog. (Siqueira *et al.*, 1993). Já estimativas altas do  $CV_d$  aumentam o potencial de uma população para a conservação, além de favorecerem, no caso de melhoramento, a seleção de indivíduos superiores dentro de progênies (Sebbenn *et al.*, 1999). As estimativas dos  $CV_F$  (26,37% a 95,18%) foram baixas a médias quando comparadas com aquelas obtidas por Freitas *et al.* (2002) e Fonseca (2000), para a aroeira, que variaram de 25,78% a 205,81% e de 20,09% a 103,74%, respectivamente.

A média dos coeficientes de variação do erro entre as parcelas foi praticamente a mesma entre os dois sistemas de plantio. Sebbenn *et al.* (2000), estudando três populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. (jequitibá-rosa) observaram valores médios de  $CV_e$  variando de 7% a 15 %, para os caracteres DAP e altura. Tais resultados são semelhantes aos observados para altura na espécie estudada.

Os coeficientes de herdabilidade, em nível de média, no geral, foram baixos, apresentando valores entre 0,00 a 0,28 para o experimento a pleno sol e de 0,00 a 0,48 para experimento sombreado. Para os caracteres DA3 e DMC, as estimativas da  $\hat{h}_m^2$  foram consideradas médias quando comparadas aos resultados de outros autores para diferentes espécies (Aguiar *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2000; Fonseca, 2000). Assim, para esses caracteres, recomenda-se a seleção em nível de média de progênies como um método eficiente, se no futuro o objetivo for aplicar métodos de melhoramento.

TABELA 5 – Estimativas do coeficiente de variação dentro de progênies ( $CV_d$ ); do erro ( $CV_e$ ); genética ( $CV_g$ ); fenotípica em nível de plantas ( $CV_F$ ); fenotípica em nível de média ( $CV_{Fm}$ ), do quociente “b”, coeficiente de herdabilidade, no sentido restrito, em nível de plantas ( $\hat{h}^2$ ); em nível de média ( $\hat{h}_m^2$ ) e em nível de plantas dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ) para alguns caracteres silviculturais de população de gonçalo-alves, em dois experimentos, sendo um homogêneo (HOMO) e outro consorciado (CONS), em Selvíria–MS.

Exp.	Caracteres	$CV_d$ (%)	$CV_g$ (%)	$CV_e$ (%)	$CV_F$ (%)	$CV_{Fm}$ (%)	b	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$
HOMO	ALT1 (m)	29,59	4,32	14,13	33,08	9,61	0,25	0,07	0,20	0,06
	ALT2 (m)	24,52	4,29	11,62	27,47	8,43	0,30	0,10	0,26	0,09
	DMC1 (m)	40,93	6,04	14,01	43,68	11,45	0,31	0,08	0,28	0,07
	DMC2 (m)	36,66	5,29	13,89	39,56	10,88	0,28	0,07	0,24	0,06
	ALF1 (m)	44,99	0,00	15,73	47,26	8,87	0,00	nc	nc	nc
	ALF2 (m)	38,63	0,00	12,50	40,55	9,04	0,00	nc	nc	nc
	DA31 (cm)	29,71	0,00	51,31	32,08	7,58	0,00	nc	nc	nc
	DA32 (cm)	24,52	3,20	42,51	26,37	7,07	0,25	0,06	0,21	0,05
CONS	FOR2	34,94	0,00	30,65	36,66	7,22	0,00	nc	nc	nc
	ALT1 (m)	37,23	8,18	10,42	39,52	14,17	0,41	0,13	nc	nc
	ALT2 (m)	32,23	5,38	13,82	35,48	12,98	0,26	0,21	0,24	0,11
	DMC1 (m)	49,03	11,65	15,93	52,85	19,74	0,42	nc	0,37	0,18
	DMC2 (m)	52,08	11,77	20,59	57,22	21,88	0,37	nc	nc	nc
	ALF1 (m)	56,50	0,00	8,38	56,24	12,17	0,00	nc	nc	nc
	ALF2 (m)	52,15	0,00	0,00	50,70	10,92	0,00	nc	nc	nc
	DA31 (cm)	93,38	4,48	33,74	95,18	16,51	0,16	nc	nc	nc
DA32 (cm)	37,63	0,00	39,27	40,50	12,38	0,00	nc	nc	nc	
FOR2	41,59	8,85	0,00	42,05	13,72	0,49	0,21	0,48	0,16	

Onde: ALT1 e ALT2 = altura total 1999 e 2000; DMC1 e DMC2 = diâmetro médio da copa de 1999 e 2000; ALF1 e ALF2 = altura do fuste 1999 e 2000; DA31 e DA32 = diâmetro do fuste a 30 cm do solo de 1999 e 2000; FOR2 = forma do fuste; nc = parâmetros não estimados devido à presença de variâncias negativas.

Aguiar *et al.* (2003), trabalhando com a mesma população de gonçalo-alves em consórcio com jacarandá-caroba, obtiveram valores de herdabilidade, em nível de média por parcela ( $\hat{h}_m^2$ ), em torno de 0,20 a 0,75 para altura de plantas. Fonseca *et al.* (1998), estimando parâmetros genéticos de várias espécies nativas consorciadas, inclusive gonçalo-alves, obtiveram altos valores de coeficiente de herdabilidade ( $\hat{h}_m^2 = 0,65, 0,78$  e  $0,79$ ) para aroeira, gonçalo-alves e capitão.

Os coeficientes de herdabilidades, no sentido restrito, em nível de plantas, em nível de média e em nível dentro de progênies, para todos os caracteres no terceiro ano após o plantio,

foram menores que os do quarto ano, nos dois experimentos. Patiño-Valera (1986) atribui esse comportamento das herdabilidades, ao efeito da competição entre plantas, afirmando que quanto maior a competição, o que acontece muito nos primeiros anos após o plantio, menor o coeficiente de herdabilidade. Menciona ainda que esse quadro pode se inverter com a maturidade das árvores. Por outro lado, quando os coeficientes de herdabilidades apresentam uma grande estabilidade entre as idades avaliadas, indicam que a amostragem das progênies foi eficiente para preservar uma boa variação genética e são esperados maiores ganhos pela seleção de plantas (Sebbenn *et al.*, 2000).

#### 4 CONCLUSÕES

As progênies de gonçalo-alves do experimento consorciado apresentaram maior variabilidade genética do que as do experimento homogêneo, podendo-se dizer que as condições em que se encontravam tais progênies foram favoráveis para a espécie expressar o seu potencial genético.

Os caracteres mais favoráveis para a escolha das melhores plantas de gonçalo-alves são altura total e diâmetro médio da copa. O sistema de plantio consorciado foi menos favorável para o desenvolvimento das plantas de gonçalo-alves, do que as condições de plantio homogêneo, porém proporcionou uma melhor forma. Avaliações em idades mais avançadas seriam necessárias para verificar o comportamento dessa espécie em relação à expressão da variabilidade genética e o seu desenvolvimento nos dois sistemas de plantio.

Outros trabalhos deverão ser feitos levando-se em consideração sistemas de plantio de gonçalo-alves com outras espécies, buscando conservar o seu potencial genético, tentando se aproximar ao máximo das condições naturais em que se encontra essa espécie.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica. Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa e aos técnicos do Laboratório de Genética de Populações e Silvicultura da UNESP de Ilha Solteira, pelo apoio na coleta e tabulação dos dados. Ao professor Sérgio Luiz de Carvalho (FEIS/UNESP) e aos dois revisores anônimos pelas valiosas correções e sugestões.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. V. **Variação genética em progênies de *Astronium fraxinifolium* Schott e *Jacaranda cuspidifolia* Mart. em consórcio.** 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Ilha Solteira.
- \_\_\_\_\_. *et al.* Genetic variation in *Astronium fraxinifolium* Schott populations consortium. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 2, p. 95-106, 2003.
- AGUIAR, A. V. *et al.* Variação genética em progênies de *Astronium fraxinifolium* Schott e *Jacaranda cuspidifolia* Mart. em consórcio. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 22, n. 3, p. 620, 1999, supl.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 1999. 412 p.
- ETTORI, L. C. *et al.* Variabilidade genética de ipê-roxo-*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. - para conservação "ex situ". **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 8, p. 61-70, 1996.
- FONSECA, A. J. *et al.* Teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., *Astronium fraxinifolium* e *Terminalia argentea* em consórcio. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 3, p. 254, 1998, supl.
- FONSECA, A. J. **Variação genética em populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) - Anacardiaceae - em sistema agroflorestal.** 2000. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Ilha Solteira.
- FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; BUZETTI, S. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes sistemas de plantio. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 133-141, 2002.
- GURGEL GARRIDO, L. M. do A. *et al.* Efeitos do sombreamento no crescimento da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 47-56, 1997.
- HAMRICK, J. L. The distribution of genetic variation within and among plant populations. In: SCHONEWALD-COX, C. M. *et al.* (Ed.). **Genetic and conservation.** Menlo Park: The Benjamin Cummings, 1983. p. 335-348.
- HERNANDEZ, F. B.; LEMOS FILHO, A. F.; BUZETTI, S. **Software Hidrisa e o balanço hídrico de Ilha Solteira.** Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Área Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p.

KAGEYAMA, P. Y.; BIELLA, L. C.; PALERMO JÚNIOR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1990. p. 109-18.

KANASHIRO, M. Genética e melhoramento de essências florestais nativas: aspectos conceituais e práticos. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, p. 168-178, 1992).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368 p.

MARTINS NETTO, D. A. Aspectos demográficos de quatro espécies florestais na mata de galeria da Reserva Genética do Tamanduá, Distrito Federal. In: CONGRESSO PANAMERICANDO, 1., CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., Curitiba, 1993. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1993. p. 325-328.

MORAES, M. L. T. *et al.* Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* Fr. All.- Engl.-Anarcadiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 1, p. 1241-166, 1992).

OLIVEIRA, S. A. *et al.* Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo - I. - Aspectos silviculturais. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 155-166, 2000.

PATINHO-VALERA, F. **Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento.** 1986. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S. Manutenção e recuperação da biodiversidade do bioma cerrado: o uso de plantas nativas. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O CERRADO, 6., Brasília, DF, 1996. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA/CPAC, 1996. p. 10-14.

SAMPAIO, P. T. B.; VENTURIERI, G. A. Variação genética entre e dentro de progênies de quatro espécies de leguminosas: *Copaifera multijuga*, *Hymenaea courbaril*, *Apuleia leiocarpa* e *Hymenolobium* sp. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1990. v. 3, p. 633-5.

SEBBENN, A. M. *et al.* Variabilidade genética e interação genótipo x locais em jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 13-23, 2000.

SEBBENN, A. M. *et al.* Interação genótipo x ambiente *ex situ* de *Peltophorum dubium*, em duas regiões do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 78-89, 1999.

SILVA, J. M.; AGUIAR, A. V.; MORAES, M. L. T. Parâmetros genéticos em progênies de *Terminalia argentea* Mart et Succ. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 3, p. 756, 2000, supl.

SIQUEIRA, A. C. M. De F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cambaru (*Dipteryx alata*) Vog. - Leguminosae. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 231-43, 1993.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.