

# VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO<sup>1</sup>

Miguel Luiz Menezes FREITAS<sup>2</sup>  
Mario Luiz Teixeira de MORAES<sup>3</sup>  
Salatier BUZETTI<sup>4</sup>

## RESUMO

Devido à necessidade do conhecimento da variabilidade genética em espécies nativas, procurou-se estudar, em uma população de aroeira, a melhor forma de consórcio, a partir de espécies de interesse econômico e disponíveis para plantio. O experimento foi instalado em dezembro de 1992, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, no município de Selvíria - MS, onde foi conduzido um teste de progênies envolvendo 10 famílias originárias de Petrolina - PE, em 7 sistemas de plantio e 3 repetições. O espaçamento entre plantas de aroeira, e para as outras espécies em consórcio, foi de 3,0 x 3,0 m. Estudaram-se os caracteres silviculturais e nutricionais, sendo os dados coletados aos quatro anos e seis meses após o plantio. Obtiveram-se médias para coeficiente de variação experimental, coeficiente de variação genética e herdabilidade em nível de média no sentido restrito, respectivamente, de 14,80%, 4,54% e 0,63, para os caracteres estudados, destacando-se, para uma eventual seleção, a altura da planta e o número de ramos. Verificou-se que o consórcio envolvendo canafístula e jerivá foi o mais promissor para o desenvolvimento da aroeira.

Palavras-chave: aroeira; variabilidade genética; sistemas de plantio; caracteres quantitativos.

## ABSTRACT

This study was carried out to investigate the genetic variability of an aroeira population (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) in its best consortium form, starting from economic and available species of interest for plantation. The progenies test started in December 1992, at University farm located in Selvíria - MS. The experimental design was a randomized blocks in scheme split plot with 10 families from Petrolina - PE, and 7 plantation systems, with 3 replications. The spacing between rows of aroeira plants was 3.0 x 3.0 m, with or without other species in consortium. It was studied forestry and nutrition characters at four years and six months old after the plantation. Between the characters averages were obtained to experimental variation coefficient, genetic variation coefficient, and heritability at average level in the narrow sense, respectively of 14.80%, 4.54% and 0.63, showing the genetic potential of the population of studied aroeira. Plant heights and branch numbers were the best characters to species selection. Among the plantation systems it was verified the consortium involving canafístula and jerivá was the most promising to the aroeira.

Keywords: aroeira; genetic variation; plantation systems; quantitative characters.

## 1 INTRODUÇÃO

Áreas antes ocupadas por mata passaram a ser utilizadas como campo para criação animal e produção agrícola de alimentos para consumo humano. Com o crescimento da indústria transformadora madeireira, muitas porções de terra começaram a ser ocupadas novamente por árvores, sendo seu interesse centrado no cultivo de espécies exóticas,

devido à superioridade destas em relação às espécies nativas quanto ao desenvolvimento e uniformidade na matéria-prima obtida. Vale lembrar que a utilização de espécies nativas em reflorestamentos possibilita a manutenção de sua variabilidade, através de implantação e manejo de povoamentos puros e mistos, conservando espécies potenciais na forma *ex situ*, preservando dessa forma seu papel ecológico.

(1) Aceito para publicação em dezembro de 2002.

(2) Doutorando em Genética e Melhoramento Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias de Jaboticabal/UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellani, s/n, 14870-000, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: mfreitas@fcav.unesp.br

(3) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Fitotecnia, Economia e Sociologia Rural, Av. Brasil, 56, 17800-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: teixeira@agr.feis.unesp.br

(4) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural, Av. Brasil, 56, 17800-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: sbuzetti@agr.feis.unesp.br

O cultivo associado entre espécies visa conhecer os diferentes comportamentos entre elas, fazendo com que se chegue a um modelo de plantio consorciado favorável. Essa idéia pode ser observada a partir de conceitos preestabelecidos da linha de sucessão, proporcionando um melhor ganho na recomposição florestal. Destacam-se, entre as espécies arbóreas para a recomposição das florestas nativas, as pertencentes à família Anacardiaceae que são de ampla ocorrência no Brasil, possuindo aspectos econômicos como alimentação, paisagismo, extração de tanino e verniz, medicinal e madeireiro. Entre elas, pode-se citar a aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) (Santin, 1989), e por ser uma espécie de alto valor econômico, e sua presença ocorrer em quase todo o Brasil, tem sofrido, ano após ano, freqüente diminuição devido à retirada desordenada de suas árvores em seu habitat.

Economicamente, o plantio, visando à retirada em curto prazo da madeira da aroeira, pode não ser viável, porém o aumento das pesquisas nas áreas de ciências médicas, com plantas para produção de remédios, e o avanço do segmento ambiental vêm alterando significativamente a importância dessas espécies florestais nativas, permitindo que alcancem maior valorização, elevando seu preço no mercado.

Por ser alvo de trabalhos buscando uma utilização medicinal, difundir seu cultivo entre os agricultores seria uma maneira de manter ou mesmo incentivar a conservação das poucas árvores que existem nas propriedades. No caso de um plantio consorciado, seu retorno econômico torna-se mais rápido, pois o agricultor pode retirar vários produtos de uma mesma área, em épocas diferentes, levando ainda a uma diminuição nos gastos com o controle de pragas, doenças, invasoras e outros encargos que oneram o custo da produção agrícola, e que, por vezes inviabilizam qualquer tipo de cultivo.

Este trabalho teve por objetivos estudar a variação genética de uma população de aroeira através de um conjunto de caracteres quantitativos; verificar o desenvolvimento ocorrido nessa espécie dentro dos diferentes sistemas de produção, comparando-os a um estágio de sucessão, e propor alternativas de plantio para essa espécie arbórea entre os produtores rurais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de aroeira foram obtidas a partir de 10 árvores de polinização livre, procedentes do município de Petrolina - PE.

As sementes das espécies que participaram do plantio consorciado, candiúba (*Trema micrantha*), canafistula (*Peltophorum dubium*) e jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), foram coletadas na região de Ilha Solteira - SP. As sementes de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) foram cedidas pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, provenientes de uma área de produção de sementes em Restinga - SP.

O experimento foi instalado em 7 de dezembro de 1992, na Fazenda de Ensino e Pesquisa (FEP) da Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria - MS, em um solo do tipo Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa. As progênies de aroeira, assim como as espécies pioneiras e não pioneiras utilizadas no experimento, foram plantadas no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, tendo como parcelas 7 (sete) sistemas de plantio, denominados da seguinte forma: CA (aroeira x candiúba); EU (aroeira x eucalipto); CF (aroeira x canafistula); AS (aroeira x aroeira); CAJ (aroeira x candiúba x jerivá); EUJ (aroeira x eucalipto x jerivá); CFJ (aroeira x canafistula x jerivá), com 3 repetições. As subparcelas, de forma linear, foram constituídas por 10 (dez) famílias de aroeira, sendo que cada família foi representada por 6 (seis) plantas, em cada uma das repetições.

Os caracteres silviculturais avaliados aos quatro anos e seis meses após o plantio foram: (ALT) altura total (m), (DMC) diâmetro médio da copa (m), (FOR) forma do fuste, (NRA) número de ramificações em relação ao fuste principal, (DCA) densidade da casca ( $\text{g/cm}^3$ ) e (D30) diâmetro do fuste a 30 cm do solo (cm). Os caracteres nutricionais: (N) nitrogênio, (P) fósforo, (K) potássio, (Ca) cálcio, (Mg) magnésio e (S) enxofre, expressos em g/kg, nas folhas de aroeira, foram avaliados seguindo recomendações de Trani *et al.* (1983) e de Malavolta *et al.* (1997). As folhas utilizadas para a análise nutricional foram coletadas no sentido horário das direções cardinais (norte, leste, sul e oeste, sucessivamente) em uma proporção média semelhante para as quatro direções. As estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres quantitativos (silviculturais e nutricionais) foram avaliadas em nível de média e totais de parcelas, respectivamente, baseando-se em Vencovsky & Barriga (1992). As fontes de variação obedeceram a um modelo misto, tendo sistemas de plantio como efeito fixo e progênies (famílias) como efeito aleatório (TABELA 1).

FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T. de; BUZETTI, S. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes sistemas de plantio.

TABELA 1 - Quadro de análise de variância com as fontes de variação (FV), os graus de liberdade (GL), esperanças dos quadrados médios [E(QM)] e quadrados médios testadores de F.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Rep.	r - 1	Q <sub>1</sub>	$(1/\bar{n}).\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + p.\sigma_c^2 + p.s.\sigma_r^2$	Q <sub>1</sub> /Q <sub>3</sub>
Sist. de Plantio (S)	s - 1	Q <sub>2</sub>	$(1/\bar{n}).\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + p.\sigma_c^2 + r.k.\sigma_{ps}^2 + r.p.\frac{\sum s^2}{(s-1)}$	$\frac{(Q_2 + Q_6)}{(Q_3 + Q_5)}$
Erro (a)	(r - 1)(s - 1)	Q <sub>3</sub>	$(1/\bar{n}).\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + p.\sigma_c^2$	-
Prog. (P)	p - 1	Q <sub>4</sub>	$(1/\bar{n}).\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + r.s.\sigma_p^2$	Q <sub>4</sub> /Q <sub>6</sub>
P x S	(s - 1)(p - 1)	Q <sub>5</sub>	$(1/\bar{n}).\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + r.k.\sigma_{ps}^2$	Q <sub>5</sub> /Q <sub>6</sub>
Erro (b)	s(p - 1)(r - 1)	Q <sub>6</sub>	$(1/\bar{n}).\sigma_d^2 + \sigma_c^2$	-
Dentro	(n - 1)prs	Q <sub>7</sub>	$\sigma_d^2$	-

Onde: r = repetições; s = sistemas de plantio; p = progênies; k = [s/(s-1)];  $\sigma_c^2$  = variância do erro;  $\sigma_p^2$  = variância genética entre progênies;  $\sigma_{ps}^2$  = variância da interação P x S;  $\sigma_d^2$  = variância fenotípica dentro.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos parâmetros obtidos da população de aroeira procedente de Petrolina-PE, avaliada aos quatro anos e seis meses de idade, para os caracteres silviculturais e nutricionais, são apresentadas na TABELA 2.

Os resultados obtidos para o coeficiente de variação experimental (CV<sub>exp</sub>) variaram de 7,3 a 23,9%, respectivamente, para os caracteres densidade da casca e cálcio, apresentando uma média de 14,80%, demonstrando resultados mais homogêneos e com maior precisão, principalmente para os caracteres densidade da casca e nitrogênio (7,3 e 7,9%, respectivamente). Ao comparar os resultados de CV<sub>exp</sub> com a literatura,

verifica-se semelhança com os trabalhos de Moraes (1992), o qual, avaliando 14 caracteres em duas populações de aroeira de 3,5 anos de idade, encontrou para cada população coeficientes de 15,3 e 14,6%. Moraes *et al.* (1992) também obtiveram resultados médios de altura de plantas próximos aos encontrados nesse trabalho (14,6 e 12,1%), em outra pesquisa, com duas populações de aroeira, aos 4 anos de idade. Sebbenn *et al.* (2000) obtiveram valores de CV<sub>exp</sub> no caráter altura, em jequitibá-rosa, variando entre 10,8 e 15,0%. Estudando a altura de planta em quatro populações de amendoim, com dados coletados do quinto ao décimo quinto ano após o plantio, Sebbenn *et al.* (1999) obtiveram um CV<sub>exp</sub> variando entre 18,5 e 23,3%.

TABELA 2 - Estimativas de médias, coeficiente de variação experimental (CVexp%) e de "F" para as fontes de variação: sistemas de plantio (S), progênie (P) e interação (P x S), para os caracteres silviculturais e nutricionais, em progênies de uma população natural de aroeira, em Selvíria-MS.

Sistemas de Plantio	Caracteres silviculturais						Caracteres nutricionais					
	ALT (m)	DMC (m)	FOR	NRA	D30 (cm)	DCA (g/cm <sup>3</sup> )	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	S (g/kg)
AS	2,85ab	2,24a	4,90 b	7,73a	4,34a	0,55a	25,0a	1,8a	13,2a	6,1a	2,8a	1,2a
CA	2,26 b	1,13 b	5,71ab	5,02 b	2,25 b	0,59a	26,7a	1,8a	14,8a	7,1a	3,4a	1,2a
CAJ	2,50 b	1,21 b	5,99a	4,64 b	2,42 b	0,59a	26,6a	1,9a	15,6a	7,1a	3,2a	1,2a
CF	3,60a	2,07a	6,41a	4,60 b	4,40a	0,62a	25,7a	1,9a	15,7a	9,0a	3,3a	1,3a
CFJ	3,62a	1,88a	6,50a	4,65 b	4,25a	0,57a	26,2a	1,9a	13,8a	8,1a	3,5a	1,2a
EU	3,00ab	2,21a	5,92ab	5,56ab	4,15a	0,63a	25,3a	1,7a	12,4a	6,8a	3,0a	1,1a
EUJ	2,90ab	2,24a	5,78 b	6,36ab	4,54a	0,59a	24,9a	1,8a	12,0a	7,7a	3,1a	1,2a
Média	2,96	1,86	5,90	5,51	3,76	0,59	25,8	1,8	13,9	7,4	3,2	1,2
CVexp(%)	12,35	14,89	9,41	21,75	13,53	7,26	7,95	15,38	17,31	23,98	18,56	15,23
F (S)	6,31 **	15,23 **	5,02 **	5,18 **	13,63 **	1,07 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
F (P)	5,55 *	1,96 **	3,76 *	4,33 **	2,34 **	2,18 **	3,48 *	3,53 *	2,84 *	2,36 **	3,44 *	1,79 <sup>ns</sup>
F (PxS)	1,22 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>

Sistemas de plantio: AS (aroeira x aroeira), CA (candiúba x aroeira), CAJ (candiúba x aroeira x jerivá), CF (canafistula x aroeira), CFJ (canafistula x aroeira x jerivá), EU (eucalipto x aroeira) e EUJ (eucalipto x aroeira x jerivá).

(\*) e (\*\*) Estimativas de F significativas em níveis de 5% e 1% de significância, respectivamente.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para o caráter altura total da planta, o valor médio de 2,96 m constata que houve um Incremento Médio Anual (IMA) de 0,66 m. Resultados semelhantes foram observados por Nogueira (1977) e Lima *et al.* (1982), que encontraram IMA de 0,62 e 0,57 m, respectivamente. Por outro lado, Garrido (1981), Nogueira *et al.* (1982), Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (1986) e Moraes *et al.* (1992), este último trabalhando com um teste de progênie com duas populações, e Freitas *et al.* (1997) obtiveram, respectivamente, 1,07; 0,99; 1,28; 0,97 e 0,92, e 0,95 m de IMA. O resultado obtido nesse trabalho aparece como intermediário em relação aos ensaios verificados anteriormente, porém a aroeira, muitas vezes, pode apresentar crescimento inicial rasteiro. Em anos posteriores, seu crescimento pode ganhar uma verticalização. Essas observações parecem óbvias, mas o inverso também pode ocorrer, com um crescimento inicial rápido e uma diminuição na altura, no ano seguinte, devido à inclinação dos ramos, proporcionando assim uma formação de copa mais horizontal. Essa forma de crescimento pode ser causada pelos diferentes sistemas de plantio (puros e mistos) e os diferentes espaçamentos utilizados nesses sistemas entre as espécies consorciadas, provocando maior adensamento quanto maior o número de espécies por sistema de plantio, apresentando resultados com grandes diferenças na fase inicial de desenvolvimento. Ao analisar os caracteres silviculturais, pode-se observar que o CV<sub>exp</sub> baixo, apresentado para a forma do fuste (9,4%), e o mais alto, obtido pelo número de ramificações em relação ao fuste principal (21,7%), demonstram essa expansão e, conseqüentemente, horizontalização das plantas. Isso justifica a observação feita por diversos autores (Siqueira *et al.*, 1993, e Moraes, 1992) quanto à necessidade de se prolongar os estudos, obtendo-se dados mais concretos quanto à variabilidade genética das espécies.

Os resultados nutricionais obtidos na TABELA 2 assemelham-se aos de Moraes (1992) e aos de Mendonça *et al.* (1998), porém inferiores aos resultados alcançados por Barbosa (1994), sendo que estes autores analisaram as folhas da aroeira com menos de um ano de idade.

O comportamento das progênes quanto aos caracteres analisados pode ser verificado através dos resultados das estimativas do teste "F" das análises de variância (TABELA 2). Observa-se que ocorreu diferença significativa entre progênes para todos os caracteres, com exceção do enxofre.

Isso indica que as progênes apresentaram variabilidade genética tanto para a conservação genética como para o melhoramento genético. Em concordância entre os sistemas de plantio, foram detectadas diferenças significativas entre as progênes e os caracteres silviculturais, excetuando-se o caráter densidade da casca. Para os caracteres nutricionais, não foram detectadas diferenças significativas. A interação entre sistema de plantio e progênes não mostrou diferenças significativas para todos os caracteres, indicando que as progênes de aroeira tiveram um desempenho semelhante nos diversos sistemas.

Quanto às observações de campo, verifica-se que, entre os sistemas de plantio (TABELA 2), o consórcio entre aroeira, canafistula e jerivá, obteve o melhor desempenho, demonstrando um equilíbrio entre estas três espécies de diferentes ciclos de sucessão, cujas características de vegetação são representativas da região de plantio. Outro fator de relevância se refere à ocupação da área com o maior número de plantas por parcela e à consideração quanto às características silviculturais mais utilizadas comercialmente pela aroeira, que são basicamente a altura da planta, forma e diâmetro do fuste, fundamentais para a produção de mourão para cerca. Além disso, essas espécies em consórcio, freqüentemente, estavam com suas parcelas menos ocupadas por plantas invasoras, principalmente as de folha estreita, facilitando a limpeza e a manutenção da área, e diminuindo a competição entre as espécies cultivadas.

As estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos são apresentadas na TABELA 3. Verifica-se que o controle genético dos caracteres estudados, em média, foram baixos. Tal fato pode estar ligado à baixa idade de avaliação da aroeira (quatro anos e seis meses) e ao fato de a espécie alcançar idade mais avançada, sendo que, nesta etapa de desenvolvimento as árvores ainda não alcançaram a fase adulta por ainda não terem passado da fase juvenil para a reprodutiva. Para Kageyama (1980), apesar de existirem restrições para estimativas de parâmetros genéticos em idades precoces, em espécies florestais, muitas avaliações ocorrem em ensaios jovens, sendo importante o acompanhamento dos crescimentos até a idade adulta para maior entendimento do controle genético dos caracteres. Siqueira *et al.* (1993) constataram a necessidade de monitorar os caracteres e o comportamento dos parâmetros genéticos ao longo do ciclo de vida das espécies arbóreas nativas, para um melhor entendimento da estrutura genética intra e interpopulacional.

TABELA 3 - Estimativas de alguns parâmetros genéticos e fenotípicos, para os caracteres quantitativos estudados na população de Petrolina-PE, estimados aos 4,5 anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	$b$	CV <sub>G</sub> (%)	CV <sub>F</sub> (%)	$\hat{h}^2$	CV <sub>F̄</sub> (%)	$\hat{h}_x^2$	CV <sub>D</sub> (%)	$\hat{h}_D^2$
ALT	0,46	5,7	28,2	0,17	6,4	0,79	26,9	0,14
DMC	0,21	3,2	26,1	0,06	4,3	0,54	23,6	0,05
D30	0,25	3,4	25,8	0,07	4,3	0,62	24,1	0,06
NRA	0,40	8,7	52,3	0,11	10,3	0,71	51,0	0,09
FOR	0,23	3,3	33,0	0,04	4,7	0,49	32,1	0,03
DCA	0,23	1,7	11,6	0,09	2,3	0,53	9,7	0,09
N	0,34	2,7	32,7	0,03	3,1	0,76	34,8	0,02
P	0,35	5,3	80,6	0,02	6,3	0,72	86,6	0,01
K	0,30	5,1	61,2	0,03	6,1	0,70	64,4	0,02
Ca	0,25	6,1	82,6	0,02	7,9	0,59	86,5	0,02
Mg	0,34	6,3	70,0	0,03	7,3	0,72	73,8	0,02
S	0,19	2,9	59,7	0,01	4,5	0,42	63,2	0,01
$\bar{X}$	0,30	4,5	47,0	0,06	5,6	0,63	48,1	0,05

Onde:  $b = CV_G/CV_{EXP}$  = “quociente de seleção”; CV<sub>G</sub>: coef. var. genético; CV<sub>F</sub>: coef. var. fenotípico;  $\hat{h}^2$ : herdabilidade, em nível de plantas; CV<sub>F̄</sub>: coef. var. fenotípico, em nível de média de progênies;  $\hat{h}_x^2$ : herdabilidade, em nível de média de parcelas; CV<sub>D</sub>: coef. var. fenotípico dentro de progênies;  $\hat{h}_D^2$ : herdabilidade, em nível de plantas dentro de parcelas.

Para os dados obtidos para “quociente de seleção” (Vencovsky, 1987), verifica-se que este variou de 0,19 a 0,46, para os caracteres enxofre e altura da planta, respectivamente, com média geral de 0,30, indicando que o caráter altura seria o mais recomendado à seleção.

O valor médio obtido dos caracteres estudados para o coeficiente de variação genético (CV<sub>G</sub>) foi de 4,5%. Para a altura da planta, o valor estimado foi de 5,7%, o qual é inferior aos obtidos por Siqueira (1995), de 6,4%, mas superior aos estimados por Moraes *et al.* (1992), que obtiveram, em duas populações de aroeira, 3,3 e 3,1%, respectivamente. O mesmo ocorreu nos trabalhos realizados por Etori *et al.* (1996), em que ficou evidenciada uma baixa variação entre progênies e o caráter altura de plantas, em duas procedências de ipê-roxo (2,0 e 4,2%, respectivamente). Resultados intermediários foram obtidos por Siqueira *et al.* (2000)

em um estudo de três populações de pau-marfim, em dois locais de plantio, com médias de CV<sub>G</sub> entre 3,4 e 9,2%. Siqueira *et al.* (1993) obtiveram resultados superiores, entre 5,0 e 14,3%, para o cumbaru, no caráter altura, em diferentes locais de ensaio. Os autores também observaram que o CV<sub>G</sub> tendia a decrescer com a idade. Valores superiores também foram encontrados por outros autores, como no trabalho de Sampaio & Venturieri (1990), onde os dados de altura resultaram em um CV<sub>G</sub> de 30,6% para *Copaifera multijuga*, 27,5% para *Hymenaea courbaril*, 16,9% para *Apuleia leiocarpa* e 23,5% para *Hymenolobium* sp., sendo as duas primeiras espécies classificadas como secundárias tardias. Os altos CV<sub>G</sub> observados em espécies arbóreas nativas, possivelmente, estão associados ao fato de tratar-se de material genético não selecionado, e a variação genética detectada representa a variação existente em populações naturais.

A expressão da variação entre plantas dentro de progênies, determinada pelo coeficiente de variação fenotípica dentro de progênies ( $CV_D$ ), apresentou valor médio de 48,1%, sendo que o menor valor foi de 9,7% e o maior valor de 86,6%, respectivamente, para os caracteres densidade da casca e fósforo. Este coeficiente, em conjunto com o  $CV_C$ , e os resultados do teste F demonstram o grande valor do material estudado quanto à variação genética. Os resultados médios obtidos nesse trabalho, apresentado para os caracteres estudados, são superiores, quando comparados ao trabalho de Moraes (1992), analisando diversos caracteres em duas populações de aroeira (22,8 e 24,7%). Para a análise de altura da planta, o  $CV_D$  foi de 26,9%, apresentando-se como intermediário em relação aos resultados observados por diversos autores. Siqueira *et al.* (1993) obtiveram para a altura de plantas, em cumbaru,  $CV_D$  variando de 13,8 a 49,2%. Ettori *et al.* (1996), analisando a altura em ipê-roxo, obtiveram  $CV_D$  médio de 16,2 e 20,6%, respectivamente, para dois locais de estudo. Valores inferiores e superiores encontram-se citados por Sampaio & Venturieri (1990) para altura de *C. multijuga*, *H. courbaril*, *A. leiocarpa* e *Hymenolobium* sp., que variaram de 21,0 a 38,9%. Vitti *et al.* (1992) obtiveram  $CV_D$  médio de 32,9% para altura de três populações de *Esenbeckia leiocarpa*. Kageyama *et al.* (1992), analisando a variância de diferentes grupos sucessionais, observaram, aos dois anos, para a altura da planta,  $CV_D$  variando de 13,3 a 40,7%; para o diâmetro da base, os dados variaram de 4,9 a 42,1%; e para o diâmetro da copa, os dados variaram entre 27,2 e 40,0. Sebbenn *et al.* (1998) observaram  $CV_D$  de altura em cabreúva variando entre 28,4 e 71,7%. Portanto, os resultados desse trabalho encontram-se dentro do observado para a grande maioria dos estudos conduzidos.

A herdabilidade, em nível de média de parcelas ( $\hat{h}_x^2$ ), foi alta e superior em nível de plantas ( $\hat{h}^2$ ), e em nível de plantas dentro de parcelas ( $\hat{h}_D^2$ ). A média de herdabilidade de 0,06, em nível de planta, é baixa, sugerindo que o controle genético é fraco neste nível, desencorajando a seleção massal como estratégia para o melhoramento genético da espécie. O resultado obtido para o caráter altura de planta (0,17) confirma essa previsão, pois não foi representativo o bastante para aplicar-se um estudo mais apurado de melhoramento com base em seleção massal.

Moraes *et al.* (1992) também observaram baixos valores de herdabilidade em nível de planta para a altura (0,08 e 0,07). Siqueira (1995) estimou valor superior (0,26), que coloca o resultado obtido nesse trabalho como intermediário. Outras espécies florestais apresentam, para o caráter altura, herdabilidade variando entre 0,13 a 0,70 para procedências de cumbaru (Siqueira *et al.*, 1993); 0,05 a 0,09 para duas procedências de ipê-roxo (Ettori *et al.*, 1996); e variação de 0,68 a 0,85 para três procedências de *E. leiocarpa* (Vitti *et al.*, 1992). Resultados intermediários foram encontrados por Siqueira *et al.* (2000), que variaram entre 0,14 e 0,18 para três populações de pau-marfim, o mesmo ocorrendo para os dados de cabreúva obtidos por Sebbenn *et al.* (1998), que variaram entre 0,13 e 0,26.

A média de 0,63 obtida para a herdabilidade, em nível de média de parcelas, foi superior à encontrada por Moraes (1992), de 0,24 e 0,18, respectivamente, para 2 populações de aroeira. O mesmo aconteceu para a análise individual do caráter altura, em que o autor obteve valores médios de 0,09 e 0,24; e Moraes *et al.* (1992) obtiveram médias de herdabilidade de altura de 0,13 e 0,16, respectivamente, para duas populações. Outras pesquisas com espécies nativas apresentaram valores inferiores, como no trabalho de Siqueira *et al.* (2000) e Sebbenn *et al.* (2000) para os diversos anos, para as diferentes populações estudadas de aroeira.

Verificou-se uma média para os caracteres estudados de 0,05 para a herdabilidade, em nível de plantas dentro de parcelas. Valor superior foi encontrado por Moraes (1992) com duas populações de aroeira de 0,16 e 0,10. Ao comparar-se o caráter altura, os valores aproximam-se, sendo que, nesse trabalho, a média foi de 0,14, e a apresentada por Moraes (1992) e Moraes *et al.* (1992) foi de 0,05 e 0,09, e 0,09 e 0,06, respectivamente, para as duas populações de aroeira. Para Siqueira *et al.* (2000) e Sebbenn *et al.* (2000), que trabalharam, respectivamente, com pau-marfim e jequitibá-rosa, os valores médios para a altura total de plantas são semelhantes para os diversos anos, para as diferentes populações estudadas.

Esses resultados demonstram que a seleção, com base na herdabilidade, em nível de média de parcelas, deve ser mais efetiva que nos demais níveis. O controle genético dos caracteres, em nível de média de progênies, foi alto, demonstrando que tal fato não foi prejudicado pela utilização de um número reduzido de progênies (dez), sendo o que fora conseguido para esse estudo. Nessas condições, torna-se possível trabalhar o melhoramento visando à seleção com base nas progênies dessa população.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que existe variabilidade genética na população de aroeira procedente de Petrolina - PE, e plantada em Selvíria - MS. A alta variabilidade indica que o material tem potencial tanto para a conservação como para o melhoramento genético.

O desempenho das progênies foi semelhante nos diferentes sistemas de plantio estudados; entretanto, o consórcio envolvendo canafístula e jerivá, foi o que se destacou, devido a sua melhor ocupação da área e desenvolvimento das plantas cultivadas.

Entre os caracteres que mais se destacaram para uma eventual seleção, têm-se a altura de plantas e o número de ramos em relação ao tronco principal.

Os caracteres altura total da planta e nitrogênio foram os que apresentaram os maiores valores de herdabilidade, demonstrando alto controle genético e também potencial para a seleção desses caracteres.

#### 5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo auxílio na forma de Bolsa e custeio no desenvolvimento da pesquisa, sendo que, sem ela, este trabalho não seria realizado.

Aos pesquisadores Visêlto Ribeiro de Oliveira e Marcos Drumond (CPATSA/EMBRAPA), pelo fornecimento das sementes de aroeira.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Z. **Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira do sertão)**. 1994. 105 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

ETTORI, L. C. *et al.* Variabilidade genética em populações de ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. - para conservação *ex situ*. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 61-70, 1996.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Databook on endangered tree and shrub species and provenances**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1986. p. 116-25.

FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T. de. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em diferentes sistemas de plantio. I. Avaliação da altura. **Rev. Bras. Genét.**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 3, p. 176, 1997.

GARRIDO, M. A. de O. **Caracteres silviculturais e conteúdo de nutrientes no folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies nativas**. 1981. 118 f. Dissertação (Mestrado e Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KAGEYAMA, P. Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 1980. 125 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

\_\_\_\_\_. *et al.* Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 527-33. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 2, Edição especial).

LIMA, P. C.; SOUZA, S. M.; DRUMOND, M. A. Competição de espécies florestais nativas em Petrolina - PE. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 1139-48. (Silvic. S. Paulo, São Paulo, v. 16A, pt. 2, Edição especial).

MALAVOLTA, E.; VITTI, E. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 201 p.

MENDONÇA, A. V. R. *et al.* Teores foliares de mudas de aroeira em função da relação Ca:Mg. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998, Caxambu. **Anais...** [S.l.]: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, FERTBIO, 1998. p. 366.

FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T. de; BUZETTI, S. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes sistemas de plantio.

MORAES, M. L. T. de. **Variabilidade genética por isoenzimas e caracteres quantitativos em duas populações naturais de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão - Anacardiaceae (Syn: *Astronium urundeuva* (Fr. Allemão) Engler)**. 1992. 139 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

\_\_\_\_\_. *et al.* Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva*-(Fr. All). Engl-Anacardiaceae). **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 1, p. 1241-5, 1992.

NOGUEIRA, J. C. B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas**. São Paulo: Instituto Florestal, 1977. 77 p. (Bol. Técn. IF, 24).

\_\_\_\_\_. *et al.* Conservação genética de essências nativas através de ensaios de progênie/procedência. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 957-69. (Silvic. S. Paulo, São Paulo, v. 16A, pt. 2, Edição especial).

SAMPAIO, P. T. B., VENTURIERI, G. A. Variação entre e dentro de progênies de quatro leguminosas: *Copaifera multijuga* Hayne; *Hymenaea courbaril* Linn; *Apuleia leiocarpa* e *Hymenolobium* sp. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p. 633-5.

SANTIN, D. A. **Revisão taxonômica do gênero *Astronium* Jacq. e revalidação do gênero *Myracrodruon* FR. ALLEM. (Anacardiaceae)**. 1989. 178 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SEBBENN, A. M. *et al.* Parâmetros genéticos na conservação de cabreúva - *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 53, p. 31-8, 1998.

SEBBENN, A. M. *et al.* Variação genética entre e dentro de populações de amendoim - *Pterogyne nitens*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 56, p. 29-40, 1999.

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

SIQUEIRA, A. C. M. De F. **Conservação dos recursos genéticos de essências nativas**. [S.l.]: [s.n.], 1995. (Relatório CNPq de Bolsa Pesquisa).

SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do Cumbaru (*Dipteryx alata*) Vog. - Leguminosae. **Rev. Inst. Flor.**, v. 5, n. 2, p. 231-43, 1993.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) para conservação *ex situ* **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 89-103, 2000.

TRANI, P. E., HIROCE, R., BATAGLIA, O. C. **Análise foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 19 p.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

\_\_\_\_\_; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VITTI, A. P. *et al.* Estrutura genética em populações de *Cecropia cinerea* e *Esenbeckia leiocarpa* plantadas segundo a sucessão secundária. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 1209-12. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 4, Edição especial).