

# VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE DUAS POPULAÇÕES DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. EM SISTEMA AGROFLORESTAL<sup>1</sup>

Adriana Junqueira FONSECA<sup>2</sup>

Mario Luiz Teixeira de MORAES<sup>3</sup>

Ananda Virgínia de AGUIAR<sup>4</sup>

Ana Cristina Maria Batista de LACERDA<sup>5</sup>

## RESUMO

A experimentação com espécies arbóreas nativas vem, nos últimos anos, buscando alternativas de consórcio em sistemas agroflorestais. A aroeira, espécie arbórea de grande valor econômico, tem sofrido redução na sua base genética. Visando a sua conservação foi instalado, em 23/04/97, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, em Selvíria - MS, dois testes de progênies, envolvendo duas populações de aroeira (Seridó, RN e Paulo de Faria, SP), com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial destas populações em consórcio com mamona (semeada em 17/10/97, na linha da aroeira), milho (semeado em 09/12/97, na entrelinha), guandu (semeado em 30/11/98, na entrelinha) e café (plantado em 05/05/99, na linha). Assim, foram avaliados os caracteres silviculturais das populações de aroeira procurando-se, desta forma, fornecer subsídios para a conservação genética desta espécie através do seu cultivo em sistema agroflorestal. Verificou-se que as populações apresentaram a maior parte da variação genética dentro de populações, para os caracteres estudados. A população de Paulo de Faria (SP) teve um melhor desenvolvimento. O consórcio com espécies agrícolas utilizado mostrou-se promissor nesta fase inicial do desenvolvimento da aroeira.

Palavras-chave: parâmetros genéticos; aroeira; espécies arbóreas nativas; conservação genética; plantio consorciado.

## ABSTRACT

During the last few years, research with native tree species has been searching for associative alternatives in agroforestry systems. Therefore, on April 23, 1997 at the Farm for Teaching and Research of FEIS/UNESP organization located in Selvíria in state of Mato Grosso do Sul, two progeny trials were studied, which involved two "aroeira" populations (Seridó, RN and Paulo de Faria, SP). These trials were established with the purpose to evaluate the initial development of these populations in consortium with castor bean (sown on October 17, 1997, in the "aroeira" rows), corn (sown on September 12, 1997, between the "aroeira" rows), pigeon pea (sown on November 30, 1998, also between the "aroeira" rows), and coffee (planted on May 05, 1999, in line with the "aroeira" trees). The silviculture traits of the "aroeira" populations were evaluated attempting to provide knowledges for genetic conservation of species by agroforestry system. The "aroeira" populations presented higher genetic variation within populations. The "aroeira" population in Paulo de Faria (SP) had a better performance than the population of Seridó. The association of "aroeira" with the other agricultural species utilized was promising, at least in the initial phase of the "aroeira" development.

Key words: genetic parameter; aroeira; native trees species; genetic conservation and planting consortium.

## 1 INTRODUÇÃO

O intenso desmatamento e a exploração das essências florestais nativas, de forma predatória, estão provocando erosão genética e colocando muitas espécies em risco de extinção. A perda desse material genético é inestimável e muitas vezes irreversível, o que torna urgente a necessidade de estratégias de conservação genética *in situ* e *ex situ* dessas espécies.

Dentre as espécies que vêm sofrendo erosão genética destaca-se a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.), cujas populações naturais vêm sendo eliminadas pela exploração humana e, por apresentar um crescimento lento, seu plantio comercial é desestimulado. Isto leva a necessidade de estudos e propostas que garantam a sobrevivência e a variabilidade genética desta espécie.

(1) Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora apresentada em 14/09/2000 à FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira e aceita para publicação em outubro de 2003.

(2) Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil Centro, 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. (Bolsista da FAPESP).

(3) Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Campus de Ilha Solteira, Av. Brasil Centro, 56, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: teixeira@agr.feis.unesp (Bolsista do CNPq).

(4) 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 (Bolsista da CAPES).

(5) ESALQ/USP, Departamento de Ciências Florestais, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. (Bolsista da CAPES).

A maioria dos povoamentos de aroeira registrado na literatura encontra-se em plantios homogêneo e a pleno sol (Moraes & Freitas, 1997). Um dos problemas apresentados pela aroeira nessas condições é sua ramificação intensa, o que prejudica em muito o seu aproveitamento (Nogueira, 1977).

Em vista do problema existente em plantio homogêneo, referente à forma do fuste, encontram-se citados na literatura vários plantios experimentais heterogêneos de aroeira, com outras espécies arbóreas, como: aroeira com candiúba (*Trema micranta* (L.) Blum.), aroeira com candiúba e jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm.), aroeira com canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), aroeira com canafistula e jerivá, aroeira com eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook), aroeira com eucalipto e jerivá, aroeira com gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) e capitão-do-campo (*Terminalla argentea* Mart. et Succ.), aroeira com mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) e angico (*Anandeanthera falcata* (Benth. Speg.), aroeira com *Pinus* (*Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret & Golfari) em todos esses plantios heterogêneos têm-se observado um melhor fuste e um bom desenvolvimento dessa espécie em relação aos plantios homogêneos (Moraes *et al.*, 1992; Gurgel Garrido *et al.*, 1997, Fonseca *et al.*, 1998, Freitas, 1999 e Oliveira *et al.*, 2000).

Um outro tipo de sistema de plantio que vem sendo proposto é o Sistemas Agroflorestais (SAF's). Nesses sistemas de plantio várias espécies são cultivadas simultaneamente, tanto espécies arbóreas como as anuais. Esses sistemas apresentam inúmeras vantagens de ordem econômica, social e ecológica. Porém, quando o plantio experimental tem por objetivo estimar parâmetros genéticos, para inferir sobre a estrutura genética de populações naturais de uma certa espécie, muitas das vezes a espécie alvo é de ciclo longo. Desse modo, fica inviável fazer este tipo de estudo em sistemas agroflorestais complexos. Nesse caso, o número de espécies deve ser menor para que não ocorra interferência de uma espécie sobre a outra, o que aumenta o efeito ambiental na estimativa de parâmetros genéticos, que são essenciais para o entendimento da estrutura genética das populações naturais.

No Brasil, a atividade agroflorestal está sendo recentemente desenvolvida por um produtor suíço, Ernst Göstch, no sul da Bahia (informação verbal). Ernst divulga para os produtores e universidades uma metodologia baseada na dinâmica da sucessão natural. Assim, diversos autores têm utilizado a sucessão ecológica para estabelecer grupos ecológicos de espécies, sendo os principais: Budowski (1965), que estudou florestas em diferentes idades após o corte; Denslow (1980), Whitmore (1982, 1991), que se basearam no estudo de clareiras analisando a forma como se dá a recuperação dentro de florestas primárias e o comportamento das espécies em relação à luz e Martínez-Ramos (1985), que utilizou o critério demográfico (densidade de plantas). Uma síntese dos principais trabalhos de sucessão foi realizada por Ferretti *et al.* (1995), estabelecendo grupos ecológicos em função de características do ciclo de vida de espécies da floresta tropical úmida americana, e classificando 101 espécies utilizadas no programa de fomento da Fundação Florestal, para o Estado de São Paulo, quanto ao grupo ecológico (pioneira, secundária inicial, secundária tardia e clímax).

Segundo Kageyama & Gandara (2000) a interpretação da dinâmica da floresta tropical através da sucessão secundária, atribuindo às clareiras um papel fundamental na renovação da floresta, e mesmo na definição da composição florística local, foi um passo importante para o entendimento da estrutura e funcionamento dos ecossistemas florestais tropicais.

A aroeira pertence ao grupo sucessional das secundárias tardias e se desenvolve melhor quando é consorciada com uma espécie do tipo secundária inicial. Diferentemente da sucessão natural, que ocorre a partir das clareiras na floresta primária, a sucessão em áreas antrópicas apresenta características distintas principalmente quanto à origem das espécies no início da sucessão (Kageyama *et al.*, 1990).

Neste contexto, a aroeira é citada por Kageyama *et al.* (1994) como pertencente ao grupo das secundárias/pioneiras antrópicas: espécies secundárias e normalmente raras na floresta primária e que em áreas antrópicas fazem o papel de pioneiras. Nas formações florestais em que ocorre, a aroeira aparece associada com *Piptadenia* sp., *Choriza speciosa*, *Tabebuia impetiginosa* e *Hymenea stilbocarpa*, sendo que, nas florestas secundárias, ela pode ocorrer em "stands" quase puros, com plantas de diferentes idades (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 1986).

A família Anacardiaceae, à qual pertence a aroeira, tem sua importância econômica ressaltada sob vários aspectos: alimentação, paisagismo, extração de tanino e de verniz, farmacologia (bastante utilizada na medicina popular) e aproveitamento de madeira (Santin & Leitão Filho, 1991). No Nordeste, principalmente nas regiões da caatinga, a aroeira é largamente empregada na medicina popular. Ultimamente vêm sendo desenvolvidos muitos estudos sobre o uso farmacológico de extratos de aroeira em tratamentos de úlceras estomacais. Suas cascas, devido ao alto conteúdo de tanino, são utilizadas no curtume e suas folhas, quando maduras, na alimentação do gado nos sertões nordestinos (Santin & Leitão Filho, 1991). A madeira da aroeira é muito usada como postes, esteios, moirões, dormentes, etc. A lenha é de boa qualidade, mas a madeira tem dificuldades ao queimar, sendo que o fogo em pastagens raramente mata as árvores existentes (Nogueira, 1977).

O presente trabalho teve como objetivos: a) comparar o desenvolvimento de duas populações de aroeira: Paulo de Faria (SP) e Seridó (RN) em consórcio com espécies agrícolas, b) estimar a variabilidade genética entre e dentro dessas populações, e c) fornecer subsídios para a conservação genética *ex situ* destas populações de aroeira e proporcionar ao produtor rural alternativas de cultivo antes de sua exploração.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram amostradas duas populações de *M. urundeuva*. Uma das populações está localizada na Estação Ecológica do Seridó (E.E.S.) – (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA), situada na microrregião do Seridó no município de Serra Negra do Norte (RN), entre os paralelos 6°10' e 7°00'S e entre os meridianos 36°30' e 37°30'W, com altitude de 160 m. Nesta população foram obtidas sementes de 12 árvores (famílias) de polinização livre, sendo que a descrição pormenorizada do local de coleta é fornecida por Lacerda (1997). A segunda população é proveniente da Estação Ecológica de Paulo de Faria (E.E.P.F.), pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo, localizada no município de Paulo de Faria (SP), nas coordenadas 19°58'S e 49°32'W, sendo que o solo do local é do tipo Latossolo Roxo, conforme citação de Stranghetti (1996). Nesta população foram coletadas sementes de 30 árvores (famílias) de polinização livre em setembro de 1996.

Os testes de progênies, envolvendo as populações de aroeira de Paulo de Faria – SP e do Seridó – RN, foram instalados em 23 de abril de 1997, no espaçamento de 1,6 x 3,0 m, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, sendo que o solo do local foi classificado por Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1999) como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa.

O delineamento experimental utilizado, nos dois testes de progênies, foi o de blocos casualizados, com 10 plantas por parcela (forma linear). A população do Seridó (RN) foi representada por 12 tratamentos (famílias) e 6 repetições, enquanto a de Paulo de Faria (SP) por 30 tratamentos (famílias) e 3 repetições.

As culturas agrícolas utilizadas, nas duas populações, foram a mamona (cultivar IAC 226) semeada em 17 de outubro de 1997 (2 sementes por cova), nas linhas de aroeira, de forma alternada, permanecendo com o espaçamento entre as plantas de mamona de 1,6 x 3,0 m, representando assim o papel de planta pioneira. Nas entrelinhas da aroeira foi semeada uma linha de milho (híbrido Máster) em 9 de dezembro de 1997 (5 plantas por metro de linha). Tanto a mamona quanto o milho receberam os tratamentos culturais recomendados para estas duas culturas agrícolas. O guandu foi semeado no lugar do milho, em duas linhas na entrelinha, em 30 de novembro de 1998. Depois da retirada da mamona foi plantado café Icatu no seu lugar, em 05 de maio de 1999. Atualmente o arranjo de espécies é aroeira x café.

Foram avaliados os caracteres silviculturais: altura total (ALT); diâmetro médio da copa (DMC); forma do fuste (FOR); número de ramificações em relação ao fuste principal (NRA); diâmetro à altura de 30 cm (D30) e altura da primeira bifurcação (APB), posteriormente denominada altura da primeira bifurcação transformada (PBT).

A partir das análises de variâncias, para cada um dos caracteres silviculturais analisados, em nível de média, foram obtidas as estimativas dos parâmetros genéticos e estatísticos, baseando-se em metodologia proposta por Vencovsky & BARRIGA (1992).

O modelo matemático adotado nas análises individuais, dentro das populações estudadas, tomando-se o efeito de progênies como aleatório, é:

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

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  $j = 1, 2, \dots, r$ ;  $f_i$  é o efeito da progênie  $i$ , onde  $i = 1, 2, \dots, f$ ;  $d_{k(ij)}$  é o desvio referente à árvore  $k$  na parcela  $ij$ , com  $k = 1, 2, \dots, d$ ;  $e_{ij(k)}$  é o efeito do erro experimental.

As fontes de variação e as esperanças dos quadrados médios referentes às análises individuais, em cada uma das populações de aroeira estudadas, são apresentadas na TABELA 1.

O modelo matemático a ser adotado na análise conjunta entre as populações de aroeira, tomando-se o efeito de populações como fixo e o de progênies como aleatório, foi:

$$Y_{ijkl} = m + r_{j(k)} + p_k + f_{i(k)} + e_{ij(k)} + d_{l(ijk)}$$

onde:  $Y_{ijkl}$  é a observação na árvore  $l$ , da população  $k$ , na progênie  $i$ , da repetição  $j$ ;  $m$  é a média geral;  $r_{j(k)}$  é o efeito da repetição  $j$ , dentro da população  $k$ , onde  $j = 1, 2, \dots, r$ ;  $p_k$  é o efeito da população  $k$ , com  $k = 1, 2, \dots, p$ ;  $f_{i(k)}$  é o efeito da progênie  $i$ , dentro da população  $k$ , com  $i = 1, 2, \dots, f$ ;  $e_{ij(k)}$  é o efeito do erro referente à parcela  $ij$ , dentro da população  $k$ , e  $d_{l(ijk)}$  é o desvio referente à árvore  $l$  da parcela  $ij$ , na população  $k$ .

O esquema da análise de variância conjunta, envolvendo as populações de aroeira de Paulo de Faria – SP e do Seridó – RN, para cada um dos caracteres silviculturais, é apresentado na TABELA 2.

TABELA 1 – Esquema da análise de variância individual utilizado dentro das populações de aroeira de Paulo de Faria – SP e do Seridó – RN, para cada um dos caracteres silviculturais estudados.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Repetição	$(r - 1)$	$Q_1$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + f\sigma_r^2$	$Q_1/Q_3$
Progênies	$(f - 1)$	$Q_2$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_f^2$	$Q_2/Q_3$
Erro	$(r - 1)(f - 1)$	$Q_3$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	–
Dentro	$(k - 1)fr$	$Q_4^1$	$\sigma_d^2$	–

(1) Igual a variância dentro ( $\sigma_d^2$ ) obtida fora da análise de variância;  $\bar{n}$  é a média harmônica do número de plantas dentro de parcelas; variâncias do erro ( $\sigma_e^2$ ), entre progênies ( $\sigma_f^2$ ), entre blocos ( $\sigma_r^2$ ).

TABELA 2 – Esquema da análise de variância conjunta, envolvendo as populações de aroeira de Paulo de Faria – SP e do Seridó – RN, utilizado para cada um dos caracteres silviculturais estudados.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Repet./Pop.	$\sum_{p=1}^n r_p - p$	$Q_1$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + f\sigma_r^2$	$Q_1/Q_4$
Pop.	$(p - 1)$	$Q_2$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_f^2 + f\sigma_r^2 + frV_p$	$\frac{(Q_2 + Q_4)}{(Q_1 + Q_3)}$
Prog./Pop.	$\sum_{p=1}^n f_p - p$	$Q_3$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_f^2$	$Q_3/Q_4$
Erro	$p + \sum_{p=1}^n [f_p(r_p - 1) - r_p]$	$Q_4$	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	–
Dentro	$(k - 1)\sum_{p=1}^n f_p r_p$	$Q_5^1$	$\sigma_d^2$	–

(1) Igual a variância dentro ( $\sigma_d^2$ ) obtida fora da análise de variância;  $\bar{n}$  é a média harmônica do número de plantas dentro de parcelas; variâncias do erro ( $\sigma_e^2$ ), entre progênies dentro de populações ( $\sigma_f^2$ ), entre repetições dentro de populações ( $\sigma_r^2$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As culturas agrícolas que foram utilizadas no sistema agroflorestal com aroeira apresentaram o seguinte comportamento: o milho apresentou uma produção de 468,75 kg/ha, já a mamona foi colhida em três ocasiões, rendendo 1.420 kg/ha.

Nos espaços não ocupados pelas culturas ocorreu uma alta incidência de gramíneas (colônio e braquiária) e trepadeiras, indicando que a área poderia ter comportado mais culturas de interesse. O guandu foi introduzido com a finalidade de ocupar essa área para substituir as plantas invasoras, mas não se estabeleceu devido à baixa precipitação após a semeadura.

A cultura do café apresentou baixa sobrevivência na área em consórcio com a população de Paulo de Faria (SP), provavelmente devido ao fato das plantas de aroeira já se encontrarem bastante desenvolvidas na época em que o café foi plantado. Esse fato indica que o momento em que a cultura do café foi introduzida no sistema não foi adequado. Assim, para melhor benefício das culturas consorciadas com a aroeira, sugere-se, para estudos futuros, que essas culturas sejam introduzidas concomitantemente com a aroeira e no início do período chuvoso, incluindo também uma espécie do grupo sucessional das secundárias iniciais.

O sistema agroflorestal utilizado proporcionou um bom desenvolvimento para a aroeira (TABELA 3), tanto assim, que a média geral para ALT nos primeiro e segundo anos foi de 1,58 e 2,06 m na população do RN e de 1,94 e 3,13 m na de SP. Estas estimativas, encontradas nas duas populações estudadas, foram maiores que os resultados apresentados por Moraes *et al.* (1992), que encontraram, em testes de progênies de aroeira a pleno sol, para o caráter de altura de plantas médias nos primeiro e segundo anos, de 1,15 e 1,79 m e de 1,16 e 1,81 m para as procedências de Bauru – SP e Selvíria – MS, respectivamente.

A análise dos coeficientes de variação experimental ( $CV_{exp}$ ) em relação aos caracteres silviculturais avaliados mostrou uma maior precisão para os caracteres D30 e ALT, no primeiro ano, e para o D30, ALT e DMC, no segundo, nas duas populações (TABELA 3). Já os caracteres: NRA, PBT e FOR apresentaram uma menor precisão nas populações estudadas, o que pode estar relacionado ao modo como estes caracteres foram avaliados. De um modo geral, a precisão aumentou na avaliação do segundo ano.

Na população do RN foi observado um maior número de caracteres com diferenças significativas entre progênies. Na população de SP as diferenças começaram a ser mais evidenciadas no segundo ano (TABELA 3). Diferenças significativas entre progênies dentro de populações de aroeira também foram detectadas por Nogueira *et al.* (1986), que trabalharam com uma população base *ex situ* de aroeira, implantada em 1981, sob a forma de testes de progênies e procedências em Pederneiras – SP.

Oliveira *et al.* (2000), trabalhando com progênies de aroeira provenientes de Paulo de Faria – SP em plantio homogêneo e consórcio com nativas (aroeira x mutambo x angico) em Selvíria – MS, encontraram médias para os caracteres altura de plantas e diâmetro médio da copa de 3,52 e 3,09 m, em plantio a pleno sol, e de 3,74 e 2,49 m, no plantio consorciado, aos dois anos de idade. Esse trabalho foi realizado com as mesmas progênies de Paulo de Faria – SP, em área próxima ao do presente experimento, com o mesmo tipo de solo, portanto as condições foram semelhantes, com exceção do espaçamento (3,0 x 1,5 m na solteira e 3,0 x 3,0 m na consorciada) e época de plantio, que foi aproximadamente dois meses antes. Comparando apenas as progênies de Paulo de Faria – SP dos dois experimentos tem-se três sistemas de plantio: plantio homogêneo, consórcio com nativas (secundárias iniciais) e em SAF (consórcio com culturas agrícolas pioneiras até o período da avaliação). Pode-se observar que a altura da aroeira foi superior no consórcio com nativas, seguido da aroeira a pleno sol e por último a aroeira em SAF. É importante ressaltar que foram obtidas variâncias negativas no sistema a pleno sol e nenhuma nos dois sistemas consorciados da aroeira de Paulo de Faria – SP, o que indica que os consórcios foram benéficos para o estudo dos parâmetros genéticos da espécie, talvez por afetarem menos a variância competitiva entre as plantas dentro das parcelas.

Comparando-se as duas populações de aroeira estudadas, verifica-se que, no geral, a população de Paulo de Faria – SP apresentou uma melhor performance.

A análise conjunta mostrou diferenças altamente significativas entre as duas populações para quase todos os caracteres silviculturais, com exceção do NRA (TABELA 3). A população de SP apresentou médias de D30 e ALT superiores àquelas obtidas pela população do RN.

TABELA 3 – Estimativas de parâmetros estatísticos para os caracteres silviculturais de duas populações de aroeira: Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP), nos primeiro e segundo anos após o plantio, em Selvíria (MS).

Pop.	Ano	Caracteres	Média Geral	CV <sub>exp</sub> (%)	F	Pr > F
RN	1	NRA	3,34	23,31	2,08	0,0391
		PBT	3,35	22,07	1,73	0,0932
		D30 (cm)	1,28	14,48	3,35	0,0015
		ALT (m)	1,58	14,78	1,57	0,1374
	2	D30 (cm)	2,68	13,79	3,39	0,0014
		ALT (m)	2,06	10,76	4,06	0,0003
		FOR	1,71	20,34	0,91	0,5376
		DMC (m)	1,70	11,32	3,63	0,0008
SP	1	NRA	3,92	26,05	1,77	0,0323
		PBT	2,20	41,51	1,36	0,1612
		D30 (cm)	1,89	13,45	1,89	0,0199
		ALT (m)	1,94	12,38	1,06	0,4161
	2	D30 (cm)	4,14	8,82	1,60	0,0641
		ALT (m)	3,13	9,93	2,04	0,0104
		FOR	2,42	19,02	3,09	0,0001
		DMC (m)	2,24	8,21	1,66	0,0499
ANAVA <sup>1</sup> CONJUNTA	1	NRA			0,91 <sup>ns</sup>	
		PBT			34,99**	
		D30 (cm)			13,20**	
		ALT (m)			10,01*	
	2	D30 (cm)			98,36**	
		ALT (m)			52,21**	
		FOR			9,16*	
		DMC (m)			28,85**	

(1) Análise conjunta entre as populações dentro de anos, com estimativa de “F” para o efeito de populações; \*\* e \* valores de F significativos em nível de 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente; ALT: altura total; DMC: diâmetro médio da copa; FOR: forma do fuste; NRA: número de ramificações em relação ao fuste principal; D30: diâmetro à altura de 30 cm; PBT: altura da primeira bifurcação.

Diferenças significativas entre populações de espécies arbóreas nativas nem sempre são encontradas. Assim, Moraes *et al.* (1992) compararam duas procedências de aroeira, sendo uma de Bauru – SP e outra de Selvíria – MS, local onde foi instalado o ensaio. Aos quatro anos de idade, as procedências não apresentaram diferenças significativas para altura de plantas. Já Bierwagen & Ferreira (1993) avaliaram cinco populações de ipê-felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) e também não encontraram diferença significativa entre as médias de DAP e altura total das populações aos seis anos de idade. Giannotti *et al.* (1982) avaliaram 15 procedências de *Araucaria angustifolia* aos 2 anos de idade em Itapeva (SP), e não encontraram diferença significativa entre as procedências para altura de plantas.

Desse modo, verifica-se, de uma maneira geral, que quando a comparação é feita entre populações de uma espécie proveniente de um mesmo bioma, a tendência é não encontrar significância, porém, no caso do presente estudo as populações de aroeira são de biomas diferentes: caatinga (população do Seridó – RN) e floresta semidecídua (Paulo de Faria – SP), o que deve levar a uma maior divergência entre as populações.

A maior parte da variação ocorreu dentro de progênies, o que pode ser verificado nos caracteres silviculturais quando se considera o coeficiente de variação dentro (TABELA 4), que variou de 29,51% (ALT) a 59,38% (PBT) no primeiro ano, e de 22,72% (DMC) a 46,18% (FOR) no segundo ano na população do RN.

TABELA 4 – Estimativa 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 médias ( $CV_{Fm}$ ) e do quociente b ( $CV_g/CV_{exp}$ ), para os caracteres silviculturais de duas populações de aroeira: Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP), aos primeiro e segundo anos de idade, em Selvíria (MS).

Pop.	Ano	Caracteres	$CV_d$ (%)	$CV_g$ (%)	$CV_e$ (%)	$CV_F$ (%)	$CV_{Fm}$ (%)	b
RN	1	NRA	57,11	9,87	1,24	57,97	13,71	0,42
		PBT	59,38	7,68	nc	59,02	11,84	0,35
		D30 (cm)	32,28	9,06	7,50	34,36	10,82	0,63
		ALT (m)	29,51	4,54	9,62	31,37	7,55	0,31
	2	D30 (cm)	27,18	8,69	9,11	29,96	10,36	0,63
		ALT (m)	25,05	7,69	nc	26,14	8,85	0,71
		FOR	46,18	nc	5,95	46,49	7,92	nc
SP	1	DMC (m)	22,72	7,49	6,90	24,89	8,80	0,66
		NRA	67,06	13,20	9,36	68,98	20,01	0,51
		PBT	100,96	14,28	19,62	103,74	27,90	0,34
		D30 (cm)	29,23	7,32	8,98	31,44	10,67	0,54
	2	ALT (m)	29,15	1,73	7,35	30,11	7,35	0,14
		D30 (cm)	21,36	3,95	4,89	22,26	6,44	0,45
		ALT (m)	19,99	5,85	7,08	22,00	8,19	0,59
		FOR	46,05	15,89	10,22	49,78	19,31	0,84
		DMC (m)	19,11	3,86	4,85	20,09	6,11	0,47

ALT: altura total; DMC: diâmetro médio da copa; FOR: forma do fuste; NRA: número de ramificações em relação ao fuste principal; D30: diâmetro à altura de 30 cm; PBT: altura da primeira bifurcação; nc: valores não estimados devido à presença de variâncias negativas.

O coeficiente de variação dentro de progênies ( $CV_d$ ) oscilou de médio a alto para os caracteres silviculturais, tais resultados também foram observados para outras espécies para os mesmos caracteres estudados. Há relatos de resultados coincidentes para diferentes espécies, como: *Tabebuia vellosi* (Ettori *et al.*, 1995), *M. urundeuva* (Oliveira *et al.*, 2000), *Grevillea robusta* (Sebbenn *et al.*, 1999) e *Peltrophorum dubium* (Siqueira *et al.*, 1986). A média para o  $CV_d$  foi de 41,61% para a população de Paulo de Faria e de 37,43% para a população de Seridó.

Em relação ao coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) verifica-se que quando se comparam os caracteres analisados aos dois anos, o caráter D30 tende a diminuir e a altura tende a aumentar a variação genética. Estas alterações são devidas, provavelmente, às modificações da expressão gênica de cada caráter com a idade. Outra explicação pode ser a atuação de diferentes pressões de seleção nos caracteres em diferentes fases de crescimento.

Os coeficientes de variação genética dos caracteres silviculturais variaram de 4,54 (ALT) a 9,87% (NRA) na população do RN e de 1,73% (ALT) a 14,28% (PBT) na população de SP (TABELA 4). Moraes *et al.* (1992), estudando duas populações de aroeira aos 42 meses, obteve valores de  $CV_g$  para ALT de 2,68 a 3,80% e para D30 de 6,43 a 3,05%. Oliveira *et al.* (2000), trabalhando com as mesmas progênies da população de Paulo de Faria (SP) encontraram, aos dois anos,  $CV_g$  de 6,62% e 6,77%, para a altura e o DMC, respectivamente, em um teste de progênies de aroeira consorciada com angico e mutambo. Já o  $CV_g$  no teste de progênies em plantio homogêneo, não foi possível ser estimado, devido às estimativas de variâncias negativas. Verifica-se, assim, que para a finalidade de estimativas de parâmetros genéticos a condição de manejo do presente experimento seria intermediária entre o consórcio da aroeira com espécies arbóreas afins e plantios homogêneos de aroeira.

As estimativas do quociente  $b$  ( $CV_g/CV_{exp}$ ) variaram de 0,31 (ALT) a 0,63 (D30) para os caracteres silviculturais na população do RN, variaram entre 0,14 (ALT) a 0,54 (D30) para as de SP (TABELA 4), indicando que o caráter mais favorável à seleção, no primeiro ano, é o D30 nas duas populações estudadas. Já no segundo ano a altura ( $b = 0,71$ ) passa a ser o caráter de maior interesse para seleção na população do RN, enquanto para a população de SP a forma ( $b = 0,84$ ) seria a mais interessante.

As estimativas das herdabilidades (TABELA 5) variaram de baixas (0,07 para PBT, RN, 1 ano) a média (0,41 para FOR, SP, 2 anos), assim, recomenda-se o uso da herdabilidade em nível de média por conter menos efeito ambiental. Caracteres analisados nos dois anos como o D30 e a ALT tiveram o seguinte comportamento: o primeiro, apresentou uma tendência de manter ou reduzir as estimativas de herdabilidade de acordo com avanço das idades, enquanto no segundo houve uma tendência de aumento.

Comparando-se as estimativas de herdabilidade apresentadas com os resultados encontrados por Oliveira *et al.* (2000) nota-se que as estimativas do DMC são semelhantes e maiores para altura no presente experimento. Já em relação a Freitas (1999), que trabalhou com uma população de aroeira de Petrolina (PE), em diferentes sistemas de plantio em Selvíria (MS), verificou que as estimativas de herdabilidade para os mesmos caracteres silviculturais são semelhantes quando se compara com a população do Seridó.

As estimativas de herdabilidades em nível de média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ) foram maiores que a herdabilidade em nível de plantas individuais ( $\hat{h}^2$ ) e dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ), mostrando que o controle genético dos caracteres é maior em nível de progênies. Portanto, em caso de melhoramento, a seleção entre progênies pode gerar maior ganho.

TABELA 5 – Estimativas dos coeficientes de herdabilidade: no sentido restrito em nível de plantas ( $\hat{h}^2$ ), em nível de médias ( $\hat{h}_m^2$ ), e em nível de plantas dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ), para os caracteres silviculturais de duas populações de aroeira: Seridó – RN e Paulo de Faria – SP, aos primeiro e segundo anos de idade, em Selvíria – MS.

Pop.	Ano	Caracteres	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$
RN	1	NRA	0,12	0,52	0,09
		PBT	0,07	0,42	0,05
		D30 (cm)	0,28	0,70	0,24
		ALT (m)	0,08	0,36	0,07
	2	D30 (cm)	0,34	0,70	0,31
		ALT (m)	0,35	0,75	0,28
		FOR	nc	nc	Nc
		DMC (m)	0,36	0,72	0,33
SP	1	NRA	0,15	0,44	0,12
		PBT	0,08	0,26	0,06
		D30 (cm)	0,22	0,47	0,19
		ALT (m)	0,01	0,06	0,01
	2	D30 (cm)	0,13	0,38	0,10
		ALT (m)	0,28	0,51	0,26
		FOR	0,41	0,68	0,36
		DMC (m)	0,15	0,40	0,12

ALT: altura total; DMC: diâmetro médio da copa; FOR: forma do fuste; NRA: número de ramificações em relação ao fuste principal; D30: diâmetro à altura de 30 cm; PBT: altura da primeira bifurcação; nc: valores não estimados devido à presença de variância negativa.

Nesse trabalho deve-se considerar dois fatos observados muito importantes para futuros programas de melhoramento dessa espécie: a existência de variação genética entre as populações estudadas e o florescimento das plantas de aroeira no segundo ano após o plantio, onde se observou que a maioria das plantas que floresceram era dióica, tendo se observado apenas algumas plantas monóicas. Considerando tais fatos, será possível obter-se material com ampla base genética, resultante da troca de fluxo gênico entre as progênes dessas duas populações, podendo ser muito utilizado em futuros programas de melhoramento tanto para as condições das regiões do Rio Grande do Norte como em São Paulo.

#### 4 CONCLUSÕES

- As populações apresentaram variação genética para os caracteres analisados, o que justifica a conservação *ex situ* destas populações, sendo que a maior parte desta variação encontra-se dentro das populações.
- Para a maioria dos caracteres avaliados verificou-se diferença significativa entre as populações, correspondendo, assim, as distâncias geográficas que separam a origem das duas populações.
- A população de Paulo de Faria (SP) teve um desenvolvimento em altura e diâmetro à 30 cm superior ao da População do Seridó (RN), sugerindo que a primeira seja mais adaptada às condições ambientais onde o experimento foi instalado.
- O consórcio com espécies agrícolas mostrou-se promissor, nesta fase inicial do desenvolvimento da aroeira.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pela bolsa de mestrado concedida; aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa e aos técnicos do Laboratório de Genética de Populações e Silvicultura (LGPS) da UNESP – Campus de Ilha Solteira, pelo apoio na coleta e tabulação dos dados; aos professores Edson Seizo Mori (UNESP - Campus de Botucatu) e Marco Eustáquio de Sá (UNESP - Campus de Ilha Solteira) pelas valiosas correções e sugestões.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIERWAGEN, R.; FERREIRA, M. Teste de populações de ipê felpudo (*Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bur.) em Anhembi, SP. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., Curitiba, 1993. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1993. v. 2, p. 766-7.
- BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American rain forest species in the light of successional process. **Turrialba**, San José, v. 15, n. 1, p. 40-2, 1965.
- DENSLOW, J. S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. **Biotropica**, Lawrence, v. 12, p. 47-55, 1980, 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.* Conservação *ex situ* dos recursos genéticos do ipê-amarelo (*Tabebuia vellosi* Tol.) através dos testes de procedências e progênes. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 157-168, 1995.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Data book on endangered tree and scrub species and provenances**. Rome, 1986. p. 116-25.
- FERRETTI, A. R. *et al.* Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 73-7, 1995.
- FONSECA, A. J. *et al.* Teste de progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., *Astronium fraxinifolium*, e *Terminalla argentea* em consórcio. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 3, p. 254, 1998, Supl.
- FREITAS, M. L. M. **Variação genética em progênes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) - Anacardiaceae - em diferentes sistemas de plantio**. 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

GIANNOTTI, E. *et al.* Variação genética entre procedências e progênes de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 970-75. (Silvic. S. Paulo, v. 16-A, pt. 2, 1982, Edição especial).

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.

KAGEYAMA, P. Y. *et al.* Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciação com alta diversidade. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO, 1., SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná – FUPF, 1994. p. 569-76.

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., Campos do Jordão, 1990. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais - SBEF, 1990. p. 109-18.

\_\_\_\_\_; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. conservação e recuperação. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 249-269.

LACERDA, C. M. B. **Diversidade genética por isoenzimas em populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Freire F. & M.F. Allemão) Anacardiaceae no semi-árido.** 1997. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTÍNEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZ-POMPA, A.; DEL AMO, S. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz.** México: Editorial Alambra Mexicana, 1985. v. 2, p. 191-239.

MORAES, M. L. T. *et al.* Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* - Fr. All.) Engl. Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1992. p. 1241-1245. (Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, n. único, pt. 4, 1992, Edição especial).

MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M. Recuperação florestal com espécies nativas, o caso da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS FLORESTAIS PARA O MATO GROSSO DO SUL, 1., 1997, Dourados. **Resumos...** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p. 9-15. (EMBRAPA - CPAO. Documentos, 10).

NOGUEIRA, J. C. B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas.** São Paulo: Instituto Florestal, 1977. 74 p. (Bol. Técn. IF, 24).

NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* Testes de progênes e procedências da aroeira *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 40-A, pt. 2, p. 367-375, 1986, Edição especial.

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

SANTIN, D. A.; LEITÃO FILHO, H. de F. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Allemão (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 14, p. 133-145, 1991.

SEBBENN, A. M. *et al.* Teste de procedências de *Grevillea robusta* A. Cunn. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 65-73, 1999.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* Conservação dos recursos genéticos da guarucaia - *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 40-A, pt. 2, p. 302-313, 1986, Edição especial.

STRANGHETTI, V. **Levantamento florístico das espécies vasculares de uma floresta estacional no norte do Estado de São Paulo, Estação Ecológica de Paulo de Faria.** 1996. 164 f. Tese (Doutorado em Biologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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

WHITMORE, T. C. On pattern and process in forest. In: NEWMAN, E. J. **The plant community as a working mechanism**. London: British Ecological Society, 1982. p. 45-59. (Series of the British Ecological Society - Blackwell Scientific Publications).

\_\_\_\_\_. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. In: GOMES-POMPA, A.; WHITMORE, T. C.; HADLEY, M. **Rain Forest regeneration and management**. Paris: UNESCO: Parthenon Publishing, 1991. p. 67-90. (Man and Biosphere Series, 6).