

# COMPORTAMENTO SILVICULTURAL E GENÉTICO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS TROPICAIS SECUNDÁRIAS<sup>1</sup>

Ana Cristina Machado De Franco SIQUEIRA<sup>2</sup>  
Alexandre Magno SEBBENN<sup>3</sup>  
Lêda Maria do Amaral GURGEL GARRIDO<sup>3</sup>  
Milene da Silva CASTOLLEN<sup>4</sup>  
Antonio Carlos Scatena ZANATTO<sup>3</sup>

## RESUMO

Foram feitas avaliações silviculturais e genéticas de duas espécies arbóreas tropicais secundárias, *Gallesia gorarema* (Vell.) Moq. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., na Estação Experimental de Luiz Antônio, SP. A análise de variância revelou maior variação genética para a característica DAP, em ambas as espécies, sendo esses valores um pouco superiores em *P. dubium*. O crescimento médio e incremento médio anual, para todas as idades avaliadas, apresentaram valores maiores para a *P. dubium* relativamente a *G. gorarema*. As herdabilidades, bem como o coeficiente de variação genética, de variação fenotípica dentro de parcelas e o potencial de seleção foram em geral, superiores para a característica DAP, em todas as idades avaliadas, para as duas espécies, em especial para *P. dubium*.

Palavras-chave: conservação genética *ex situ*; variação genética; parâmetros genéticos; espécies arbóreas tropicais.

## 1 INTRODUÇÃO

A conservação genética *ex situ* de espécies arbóreas tropicais tem recebido grande atenção nas três últimas décadas, devido à extensa devastação das florestas tropicais nos continentes. O Brasil apresenta a maior área de florestas tropicais naturais onde a devastação contínua põe em risco de extinção, diversas espécies vegetais e animais. Da mesma forma, o Estado de São Paulo, ainda é foco da exploração florestal irracional, apesar de, na década de 80, os cientistas alertarem os governos e autoridades

## ABSTRACT

Silvicultural and genetic analyses of two secondary tropical arboreal species, *Gallesia gorarema* and *Peltophorum dubium*, were evaluated in Luiz Antonio Experimental Station, São Paulo. The variance analysis revealed significant genetic variation for characteristic DBH, in both species, being those values a little higher in *P. dubium*. The medium growth and annual medium increments, for all the studied ages, showed higher values for *P. dubium* than for *G. gorarema*. Coefficient genetic variation indicated that both species have a good *ex situ* conservation. The analysis of the heritability, coefficient genetic variation, coefficient phenotypic variation within the plots and the index potential for selection, were high for DBH, in both species, showed potential for future utilization and work genetic improvement.

Key words: *ex situ* conservation; genetic variation; genetic parameter; tropical tree species.

competentes das perdas dos recursos genéticos florestais. Nessa mesma década o Instituto Florestal do Estado de São Paulo iniciou seu programa de conservação *ex situ* de espécies brasileiras, visando a preservação *in vivo* de material genético florestal e sua possível utilização futura em programas de recuperação de áreas degradadas e melhoramento.

Dentre as muitas espécies incluídas nesse programa têm-se *Gallesia gorarema* (Vell.) Moq. - pau-d'alho e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. - canafístula, espécies em perigo de extinção (FAO, 1996) e de reconhecido valor comercial.

(1) Aceito para publicação em junho de 1999.

(2) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. (Bolsista do CNPq)

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

(4) ESALQ/USP, Departamento de Ciências Florestais, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

Este trabalho teve por objetivos: a) monitorar a variabilidade genética de duas espécies arbóreas tropicais, através de caracteres quantitativos; b) verificar a eficiência da estratégia de conservação *ex situ* e, c) conhecer o comportamento silvicultural das espécies no local de ensaio.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Gallesia gorarema* (Vell.) Moq. é uma espécie arbórea tropical da família Phytolaccaceae, conhecida vulgarmente como pau-d'alho, que se distribui naturalmente entre a latitude 04°S (CE) a 25°30' (PR). A árvore é perenifólia, comumente com 10 a 20 m de altura e 40 a 80 cm de DAP, podendo atingir até 30 m de altura e 100 cm ou mais de DAP. Apresenta sapopemas de tamanhos regulares na base. Suas flores têm forte cheiro de alho. No Estado de São Paulo a espécie floresce de fevereiro a julho e a frutificação se dá de junho a outubro. *G. gorarema* não produz sementes todos os anos, o que é comum em espécies nativas. Há árvores estéreis que não florescem nem frutificam. A dispersão das sementes ocorre por anemocoria. No grupo sucessional a espécie é secundária tardia; no estágio sucessional é comum na vegetação secundária, em terrenos abertos, sendo particularmente freqüente na planície aluvial e início de encostas situadas em solos férteis e mesmo em baixadas úmidas. A árvore é longeva, heliófita, ocupando o estrato emergente da floresta. A madeira é utilizada em serrarias, produção de energia e de celulose e papel (LORENZI, 1992).

*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. pertence à família Leguminosae-Caesalpinoideae, sendo conhecida vulgarmente, por canafistula, guarucaia, ibirá-puitá, dentre outros, ocorrendo entre a latitude 07°S (PB) a 3°25'S (Uruguai), em altitude de 20 a 100 m. A árvore é semicaducifólia a caducifólia, comumente com 10 a 20 m de altura e 40 a 90 cm de DAP, podendo atingir excepcionalmente 40 m de altura e 300 cm de DAP. As flores são hermafroditas, florescendo de setembro a março e frutificando de maio a dezembro no Estado de São Paulo. No grupo sucessional a espécie é secundária inicial e no estágio sucessional desempenha papel de pioneira nas áreas abertas, em capoeiras e matas degradadas. A árvore é longeva,

heliófita, ocupando o estrato dominante da floresta. A espécie é naturalmente pouco exigente quanto à fertilidade do solo, porém, em plantios experimentais desenvolveu-se melhor em solos com fertilidade de média à elevada. Não tolera solos rasos, pedregosos ou demasiadamente úmidos. A madeira é de utilidade na marcenaria em geral, produção de energia e de papel e celulose. As raízes, folhas e frutos têm utilidade medicinal (CARVALHO, 1994).

A aplicação dos conceitos de genética em espécies florestais nativas pode ser feita tanto para o manejo, conservação de recursos genéticos, como para o melhoramento (KAGEYAMA & DIAS, 1985).

Os recursos genéticos florestais são unidades de variação herdadas de valor presente ou potencial futuro. O termo "recursos genéticos" se define como a existência de reservas que podem ser usadas quando for necessário, considerando tanto os recursos atuais, como os potenciais. A variação refere-se às diferenças na composição genética entre indivíduos ou grupos de indivíduos de uma mesma espécie (KEIDING & GRAUDAL, 1989). Estes recursos genéticos podem, tanto serem conservados na forma *in situ* como *ex situ*.

As estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* não são alternativas, são na verdade, formas complementares de conservar os recursos genéticos (GRIFFITH, 1987; KEIDING & GRAUDAL, 1989). No entanto, quando uma espécie já está em vias de extinção em seu habitat natural, a conservação *ex situ* torna-se a única alternativa. Segundo KAGEYAMA & DIAS (1985), a forma de conservação *ex situ* é mais apropriada nos casos em que a *in situ* é impraticável, como para populações cujo desaparecimento é inevitável e a espécie já está em vias de extinção.

A conservação *ex situ* visa manter amostras representativas de populações ou culturas, para que, após caracterizadas, avaliadas e multiplicadas, estejam disponíveis para o melhoramento genético ou pesquisas correlatas (LLERAS, 1992).

O monitoramento da variação genética de espécies vegetais a partir da estimativa de parâmetros genéticos, obtidos de testes de progênies, é uma metodologia eficiente e muito bem estabelecida, sendo que vários autores compartilham desta mesma idéia, podendo-se citar entre outros, VENCOVSKY (1969, 1977), KAGEYAMA (1983), KAGEYAMA & DIAS (1985).

Nas ciências florestais, no Brasil, esses testes foram inicialmente realizados com espécies exóticas, principalmente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, em programas de melhoramento. Entretanto, a partir da década de 80, esta metodologia passou a ser utilizada na conservação de essências florestais nativas, quando o Instituto Florestal do Estado de São Paulo, iniciou seu Programa de Conservação dos Recursos Genéticos de Essências Nativas.

Dentre os parâmetros genéticos de maior importância, nos trabalhos de melhoramento, tem-se o coeficiente de herdabilidade. Esse coeficiente quantifica a proporção da variação fenotípica que é decorrente da expressão genética. No entanto, sendo este parâmetro dependente da expressão de poligenes, que podem ser ativados ou não em determinadas fases de desenvolvimento dos organismos, como variação ambiental que atua sobre o fenótipo nas diversas fases de vida da planta, sua magnitude pode variar de ano para ano, não podendo ser considerado um parâmetro populacional fixo, mas sim, um parâmetro de uma população em um determinado ambiente (VENCOVSKY, 1969; DOBZHANSKY, 1973; FALCONER, 1972; VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Conforme ETTORI *et al.* (1996), os resultados encontrados por vários autores demonstram que para as espécies florestais nativas, não existem tendências ou comportamentos regulares no que se refere à variação genética e herdabilidade de características como altura e DAP (TABELA 1).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O material de propagação foi coletado de árvores de polinização livre e em ocorrência natural, segundo as recomendações de SHIMIZU *et al.* (1982). A conservação genética *ex situ* das espécies *G. gorarema* e *P. dubium* foi realizada através de populações base, implantadas em forma de teste de progênies, possibilitando assim, o monitoramento da variação genética durante as diversas fases de desenvolvimento das plantas.

O delineamento experimental, adotado para ambas as espécies, foi o de blocos ao acaso, com 6 repetições, parcelas lineares de 5 plantas, no espaçamento 3 x 3 metros. Os ensaios foram rodeados por uma bordadura externa de duas linhas, visando reduzir os efeitos ambientais. O ensaio de *G. gorarema* continha 18 progênies procedentes de uma população de Tenente Portela-PR e o de *P. dubium*, 25 progênies procedentes de uma população de Alvorada do Sul-PR. Os ensaios foram implantados em 1985 em Luiz Antônio-SP, situada a 21°40' de latitude e a 47°49' longitude, com uma altitude média de 550 metros. O solo é do tipo latossol roxo e o tipo climático é o Cwa, segundo classificação de Köppen (VENTURA *et al.*, 1965/66).

Os ensaios foram medidos anualmente até a idade de 9 anos para *G. gorarema* e até os 8 anos para *P. dubium*, exceção apenas aos 6 anos, para ambas as espécies. As características avaliadas foram altura, DAP e incremento médio anual (IMA). Essas características foram submetidas à análise de variância, a nível de médias de parcelas, segundo análise de SEBBENN *et al.* (1995).

A partir da decomposição das esperanças dos quadrados médios da análise de variância, estimou-se o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, o coeficiente de variação genética, o coeficiente de variação ambiental, o coeficiente de variação fenotípica dentro de parcelas (KAGEYAMA, 1983), o potencial do material genético, a seleção pela relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação experimental (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do comportamento silvicultural foi realizada pelo coeficiente de variação experimental, crescimento médio e incremento médio anual. Estes resultados encontram-se para altura de plantas na TABELA 2 e para DAP na TABELA 3.

TABELA 1 - Coeficiente de variação genética ( $CV_g$  %), coeficiente de variação dentro de progênies ( $CV_d$  %) e coeficiente de herdabilidade ( $h^2$ ) para as características altura e DAP de várias essências nativas, em diferentes idades.

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	IDADE	ALTURAS			DAP			REFERÊNCIA
			$CV_g$ %	$CV_d$ %	$h^2$	$CV_g$ %	$CV_d$ %	$h^2$	
<i>Araucaria angustifolia</i>	Quatro Barras - SC	2	6,99	-	0,01	-	-	-	GIANNOTTI <i>et al.</i> (1982)
	Barbacena - MG	2	7,59	-	0,17	-	-	-	
<i>Pterogyne nitens</i>	Alvorada do Sul -PR	4	0,80	24,38	0,22	-	-	-	NOGUEIRA <i>et al.</i> (1986a)
	Bauru - SP	4	3,73	31,73	0,40	-	-	-	
	Ribeirão Preto - SP	4	2,12	34,51	0,23	-	-	-	
	Teod. Sampaio - SP	4	1,08	29,23	0,14	-	-	-	
<i>Astronium urundeuva</i>	Rio Claro - SP	4	5,58	28,08	0,59	-	-	-	NOGUEIRA <i>et al.</i> (1986b)
	Pederneiras - SP	4	2,26	31,42	0,23	-	-	-	
	Penápolis - SP	4	5,00	24,78	0,58	-	-	-	
	Paulo de Faria - SP	4	2,67	23,89	0,35	-	-	-	
	Novo Horizonte - SP	4	6,54	24,25	0,72	-	-	-	
<i>Galesia gorarema</i> (1)	Ribeirão Preto - SP	3	0,17	21,03	0,03	0,00	71,30	0,00	NOGUEIRA <i>et al.</i> (1986c)
	Campinas - SP	3	1,24	16,70	0,04	2,04	51,10	0,12	
	Bauru - SP	3	1,46	19,24	0,25	3,31	59,75	0,18	
<i>Galesia gorarema</i> (2)	Ribeirão Preto - SP	3	1,72	11,05	0,34	-	-	-	
	Campinas - SP	3	0,15	11,68	0,05	-	-	-	
	Bauru - SP	3	0,39	8,83	0,14	-	-	-	
<i>Dipteryx alata</i>	Campo Grande - MS	5	1,12	14,40	0,20	3,11	34,06	0,30	SIQUEIRA <i>et al.</i> (1986a)
	Aquidauana - MS	5	4,59	17,96	0,69	13,08	36,05	0,97	
<i>Cariniana legalis</i> (1)	Porto Ferreira - SP	3	0,00	13,01	0,00	0,77	35,20	0,08	SIQUEIRA <i>et al.</i> (1986b)
	Piracicaba - SP	3	0,00	15,57	0,00	0,92	32,39	0,10	
	Campinas - SP	3	0,14	14,23	0,04	1,44	33,95	0,16	
<i>Cariniana legalis</i> (2)	Porto Ferreira - SP	3	0,52	11,40	0,17	-	-	-	
	Piracicaba - SP	3	0,73	11,92	0,21	-	-	-	
	Campinas - SP	3	0,97	12,15	0,24	-	-	-	
<i>Peltophorum dubium</i> (1)	Bauru - SP	3	1,87	15,05	0,32	4,78	24,67	0,54	SIQUEIRA <i>et al.</i> (1986c)
	Alvorada do Sul - PR	3	8,05	18,15	1,00	10,26	24,01	0,92	
<i>Peltophorum dubium</i> (2)	Bauru - SP	3	3,66	9,92	0,59	6,91	21,23	0,84	
	Alvorada do Sul - PR	3	7,20	14,72	1,00	11,19	30,50	0,89	

continua

continuação - TABELA 1

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	IDADE	ALTURAS			DAP			REFERÊNCIA
			CV <sub>g</sub> %	CV <sub>d</sub> %	h <sup>2</sup>	CV <sub>g</sub> %	CV <sub>d</sub> %	h <sup>2</sup>	
<i>Copaifera multijuga</i>	Tucuruí	3	-	38,97	-	-	26,47	-	SAMPAIO & VENTURIERI (1990)
<i>Hymenaea courbaril</i>	Tucuruí	3	-	38,99	-	-	29,00	-	
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Tucuruí	3	-	21,01	-	-	18,38	-	
<i>Hymenolobium</i>	Tucuruí	3	-	26,50	-	-	23,3	-	
<i>Astronium urundeuva</i>	Bauru - SP	3	5,70	-	0,35	-	-	-	
	Selvícia - MS	4	3,11	-	0,16	-	-	-	
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aramira - SP	1	5,54	-	0,02	-	-	-	MORAES <i>et al.</i> (1993)
	Selvícia - MS	1	2,43	-	0,11	-	-	-	
<i>Acacia mearnsii</i>	Montenegro 1 - RS	3	5,96	-	0,22	9,37	-	0,25	RESENDE <i>et al.</i> (1992)
	Montenegro 2 - RS	3	6,63	-	0,30	10,30	-	0,35	
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	Bauru e Ibicatu - SP	3	17,60	32,54	0,85	-	-	-	VITTI <i>et al.</i> (1992)
	Bauru - SP	3	19,21	35,67	0,85	-	-	-	
	Ibicatu - SP	3	14,31	30,56	0,68	-	-	-	
<i>Cecropia cinerea</i>	Anhembi (1)	5	3,89	10,62	0,46	-	-	-	
	Anhembi (2)	5	4,03	9,98	0,54	-	-	-	
	Anhembi (1 e 2)	5	3,53	9,45	0,47	-	-	-	
<i>Cecropia sp</i>	-	2	0,90	22,87	-	-	-	-	KAGEYAMA <i>et al.</i> (1993)
<i>Myroxylon peruiferum</i>	-	1	10,80	26,67	-	-	-	-	
<i>Dipteryx alata</i>	Aquidauana - MS	5	9,75	19,14	0,70	14,70	2,83	0,95	SIQUEIRA <i>et al.</i> (1993)
		7	0,00	16,83	0,00	0,00	25,49	0,00	
		8	0,00	17,82	0,00	0,00	26,91	0,00	
		10	0,00	20,56	0,00	0,00	28,05	0,00	
		11	0,00	18,87	0,00	1,84	26,58	0,02	
		13	0,00	16,87	0,00	0,21	27,89	0,00	
	Campo Grande - MS	5	5,00	13,84	0,26	6,28	24,06	0,22	
		7	0,00	17,78	0,00	0,00	25,86	0,00	
		8	0,00	20,38	0,00	3,82	27,76	0,07	
		10	0,00	19,54	0,00	3,36	27,76	0,05	
		11	0,00	18,96	0,00	0,00	31,16	0,00	
		13	0,00	17,80	0,00	2,38	13,76	0,06	

continua

continuação - TABELA 1

ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	IDADE	ALTURAS			DAP			REFERÊNCIA
			CV <sub>g</sub> %	CV <sub>d</sub> %	h <sup>2</sup>	CV <sub>g</sub> %	CV <sub>d</sub> %	h <sup>2</sup>	
<i>Dipteryx alata</i>	Três Lagoas - MS	5	13.08	49.25	0.26	11.60	33.69	0.34	SIQUEIRA <i>et al.</i> (1993)
		6	12.55	28.01	0.59	11.64	34.92	0.23	
		7	14.39	27.76	0.74	12.37	36.59	0.32	
	Brasília - DF	5	10.99	47.95	0.20	12.97	33.68	0.42	
		6	10.73	24.51	0.43	14.99	34.58	0.52	
		7	8.69	24.35	0.31	16.47	33.35	0.69	
	Icém - SP	5	8.69	45.26	0.13	7.23	63.09	0.05	
		6	6.87	44.50	0.08	0.00	59.79	0.00	
<i>Tabebuia vellosi</i>	Mogi Guaçu - SP	7	9.14	29.76	0.33	16.07	42.91	0.46	ETTORI <i>et al.</i> (1995)
		9	13.97	31.17	0.61	20.30	44.94	0.64	
	Bebedouro - SP	7	5.32	27.45	0.14	7.12	43.87	0.10	
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Bauru - SP	1	0.00	19.58	0.00	-	-	-	ETTORI <i>et al.</i> (1996)
		2	0.00	14.03	0.00	3.42	27.96	0.05	
		3	2.55	15.95	0.08	3.52	27.40	0.05	
		4	2.61	16.06	0.08	4.00	24.66	0.08	
		5	2.02	16.51	0.05	4.28	25.35	0.09	
		8	1.73	15.16	0.04	2.93	24.96	0.04	
		12	0.00	16.25	0.00	2.69	26.05	0.03	
	Assis - SP	1	4.19	19.62	0.16	-	-	-	
		2	3.97	19.92	0.15	4.44	39.36	0.05	
		3	2.83	20.52	0.07	8.53	40.08	0.17	
		4	2.13	24.09	0.03	9.37	37.77	0.22	
	7	3.10	20.61	0.08	7.74	32.79	0.21		
	11	3.54	19.21	0.11	7.65	34.32	0.18		

(1) e (2): ensaios instalados em (1) Luiz Antônio - SP e (2) Pederneras - SP.

TABELA 2 - Coeficientes de variação experimental ( $CV_{exp}$ ), média (M), incremento médio anual (IMA) e resultados do teste "F", para altura de *G. gorarema* e *P. dubium* em Luiz Antônio-SP.

Idade		1	2	3	4	5	7	8	9
<i>G. gorarema</i>	$CV_{exp}$	6,67	8,49	8,15	11,11	-	12,24	12,02	12,11
<i>P. dubium</i>	(%)	-	6,86	4,67	3,45	3,03	4,78	6,84	-
<i>G. gorarema</i>	M	3,64	5,05	6,43	7,71	-	9,18	10,01	10,02
<i>P. dubium</i>		-	5,86	8,52	9,73	11,18	13,37	14,19	-
<i>G. gorarema</i>	IMA	3,64	2,52	2,14	1,39	-	1,31	1,25	1,11
<i>P. dubium</i>		-	2,93	2,84	2,43	2,24	1,91	1,77	-
<i>G. gorarema</i>	F	1,76*	1,52	1,50	0,66	-	0,73	0,75	0,74
<i>P. dubium</i>		-	2,10**	1,48	1,75*	2,95**	0,55	1,01	-

(\*) Significativo a 5%.

(\*\*) Significativo a 1%.

TABELA 3 - Coeficientes de variação experimental ( $CV_{exp}$ ), média (M), incremento médio anual (IMA) e resultados do teste "F", para DAP de *G. gorarema* e *P. dubium* em Luiz Antônio-SP.

Idade		1	2	3	4	5	7	8	9
<i>G. gorarema</i>	$CV_{exp}$	12,28	11,70	11,93	11,65	-	12,65	12,89	13,22
<i>P. dubium</i>	(%)	-	7,61	6,56	6,39	6,48	6,66	7,37	-
<i>G. gorarema</i>	M	4,44	7,25	10,07	13,26	-	15,34	12,89	13,22
<i>P. dubium</i>		-	7,07	10,92	12,59	13,94	16,18	16,25	-
<i>G. gorarema</i>	IMA	4,44	3,65	3,36	3,31	-	2,19	1,61	1,47
<i>P. dubium</i>		-	3,54	3,64	3,15	2,79	2,24	2,03	-
<i>G. gorarema</i>	F	2,46**	2,14**	1,96**	1,80*	-	1,36	1,44	1,42
<i>P. dubium</i>		-	1,59	2,42**	2,04*	1,92*	2,19**	2,89**	-

(\*) Significativo a 5%.

(\*\*) Significativo a 1%.

O coeficiente de variação experimental ( $CV_{exp}$ ) para altura de plantas e para DAP, conforme RESENDE *et al.* (1992), apresentaram magnitudes dentro dos limites aceitáveis na experimentação florestal para ambas as espécies, mostrando um bom controle ambiental nos ensaios, pelo delineamento utilizado (blocos ao acaso), favorecendo a confiabilidade nas estimativas dos parâmetros genéticos. É interessante chamar a atenção que a característica altura de plantas apresentou menores  $CV_{exp}$  que a característica DAP. *P. dubium*, apresentou maior precisão estatística que *G. gorarema*, em um mesmo delineamento, com igual número de repetições. Esta precisão, em parte, está associada à maior sobrevivência de plantas e maior homogeneidade entre blocos, no ensaio de *P. dubium* (98,52%),

comparativamente *G. gorarema* (88,00%). Quanto à elevada sobrevivência de plantas nos ensaios, considerando-se que ambas as espécies são secundárias no estágio sucessional, e foram plantadas a pleno sol, pode-se afirmar que, até o momento da análise, as espécies se adaptaram bem a plantios puros bem como às condições ambientais de Luiz Antônio, SP.

A análise do crescimento médio em altura e DAP (TABELAS 2 e 3), revelou um crescimento rápido em ambas as espécies, mas, os resultados mostram uma superioridade, no crescimento, de *P. dubium* em relação a *G. gorarema*. Aos oito anos de idade *P. dubium* atingiu uma altura média de 14,19 m e *G. gorarema* de 10,01 m. Para o DAP, aos 8 anos, *P. dubium* atingiu um diâmetro

de 16,25 cm e *G. gorarema* de 12,89 cm. Comparando-se os dados de altura que constam da TABELA 2, com os resultados encontrados por NOGUEIRA *et al.* (1986c), para *G. gorarema*, em testes de progênies de três procedências e instalados em dois locais, conclui-se que as médias de altura encontradas neste ensaio foram superiores àquelas mencionadas pelo referido autor, o mesmo podendo ser observado para DAP aos três anos.

SIQUEIRA *et al.* (1986c), encontraram em testes de progênies de duas procedências instalados em dois locais, crescimentos em altura e DAP para *P. dubium*, inferiores aos observados no estudo em questão.

Dados de CARVALHO (1994), para altura e DAP, de ambas as espécies, decorrentes de compilação de vários autores, mostram resultados inferiores aos aqui encontrados, para ambas as características. Comparando os valores obtidos por estes autores, com os resultados do aqui encontrados, fica clara a superioridade dos dados aqui apresentados para ambas as características nas duas espécies estudadas. Pode-se também afirmar que as espécies desenvolveram-se muito bem a pleno sol e em plantios puros, confirmando os dados de literatura, que afirmam que as espécies adaptam-se à estas condições silviculturais.

Os incrementos médios anuais (IMA) para altura e DAP (TABELA 2 e 3, respectivamente), para as duas espécies, foram maiores nos primeiros anos, como era de se esperar, diminuindo com sua maturidade. *P. dubium*, apresentou valores mais elevados de incrementos, para as duas características, em todas as idades, reforçando maior potencial silvicultural, comparado ao de *G. gorarema*, para a região analisada, o que reforça a sua classificação como espécie secundária inicial.

Os resultados do teste F, da análise de variância, revelaram valores significativos para altura de plantas em *G. gorarema* (TABELA 2), apenas no primeiro ano de idade e, para *P. dubium* nas idades de dois, quatro e cinco anos. Para DAP, o teste F foi significativo, para *G. gorarema* (TABELA 3) do primeiro ao quarto ano e, para *P. dubium* do terceiro ao oitavo ano. Estes resultados deixam bem claro a presença de uma maior variabilidade genética na característica DAP do que na característica altura, para ambas as espécies. As estimativas efetuadas são coincidentes aos resultados apresentados por NOGUEIRA *et al.*

(1986c) para três populações de *G. gorarema* implantadas em dois locais e, por SIQUEIRA *et al.* (1986c), para duas populações de *P. dubium*, em plantio repetido em dois locais, com exceção para altura de plantas numa das populações em um só local. Tais resultados do teste F sugerem que *P. dubium* apresenta maior variabilidade genética que *G. gorarema* e que a estratégia de conservação adotada (*ex situ*) foi eficiente para esta espécie. Quanto a *G. gorarema*, a baixa variabilidade detectada deve estar associada ao pequeno número de progênies incluídas no ensaio (18 progênies), que provavelmente não foi suficiente para detectar variabilidade. Ressalte-se que nos ensaios de NOGUEIRA *et al.* (1986c), o número de progênies por população também foi baixo, variando de 17 a 20, que possivelmente, pode ter sido a causa da não detecção de variabilidade genética pelos autores.

Na TABELA 4, os valores de herdabilidade iguais a zero foram decorrentes de estimativas de variâncias genéticas negativas entre progênies. Estes valores negativos podem ter várias origens como por exemplo, terem se originado de variações intraclasses maiores que interclasses, ou seja, as variações dentro das parcelas podem ter sido maiores do que as variações entre parcelas (progênies), conforme BARBIN (1993).

Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para altura de plantas de *G. gorarema* e *P. dubium* (TABELAS 4 e 5) foram baixos nos primeiros anos de idade, vindo, posteriormente, a tornarem-se nulos com o crescimento das plantas. Estes resultados coincidem com aqueles mencionados por SIQUEIRA *et al.* (1993) para *Dipteryx alata*. No que se refere a DAP, esta tendência foi notada apenas para *G. gorarema*: as herdabilidades decresceram de 0,23 no primeiro ano a 0,09 aos 8 e 9 anos de idade. Para *P. dubium*, o coeficiente de herdabilidade para DAP, aumentou de 0,10 no segundo ano a 0,25 no terceiro ano de idade, vindo a diminuir até 0,16 no quinto ano e novamente aumentando para 0,27 no oitavo ano. Com esta oscilação entre anos, não é possível determinar um comportamento padrão para o DAP nessa espécie.

O comportamento das herdabilidades, para o DAP, é coerente com os resultados do teste F (TABELA 2), para *P. dubium*, em que os valores tenderam a uma maior significância com a maturação das plantas.

TABELA 4 - Coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ( $h^2$ ), coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), ambiental ( $CV_e$ ), fenotípica dentro de parcelas ( $CV_d$ ), potencial de seleção ( $CV_g/CV_{exp}$ ), para altura em *G. gorarema* e *P. dubium*.

Idade		1	2	3	4	5	7	8	9
<i>G. gorarema</i>	$h^2$	0,14	0,11	0,11	0,00	-	0,00	0,00	0,00
<i>P. dubium</i>		-	0,10	0,10	0,08	0,18	0,00	0,00	-
<i>G. gorarema</i>	$CV_g$	2,40	2,50	2,36	0,00	-	0,00	0,00	0,00
<i>P. dubium</i>	(%)	-	2,93	1,32	1,22	1,72	0,00	0,24	-
<i>G. gorarema</i>	$CV_e$	4,31	5,83	2,36	13,55	-	11,11	11,02	11,11
<i>P. dubium</i>		-	3,46	3,07	3,00	4,02	3,69	6,10	-
<i>G. gorarema</i>	$CV_d$	11,67	13,80	12,46	16,30	-	11,48	10,75	10,79
<i>P. dubium</i>		-	13,25	7,82	7,72	6,77	6,81	6,93	-
<i>G. gorarema</i>	$CV_g/CV_{exp}$	0,36	0,29	0,29	0,00	-	0,00	0,00	0,00
<i>P. dubium</i>		-	0,43	0,28	0,35	0,58	0,00	0,04	-

TABELA 5 - Coeficientes de herdabilidade no sentido restrito ( $h^2$ ), coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ), ambiental ( $CV_e$ ), fenotípica dentro de parcelas ( $CV_d$ ), potencial de seleção ( $CV_g/CV_{exp}$ ), para DAP em *G. gorarema* e *P. dubium*.

Idade		1	2	3	4	5	7	8	9
<i>G. gorarema</i>	$h^2$	0,23	0,19	0,18	0,15	-	0,08	0,09	0,09
<i>P. dubium</i>		-	0,10	0,25	0,18	0,16	0,19	0,27	-
<i>G. gorarema</i>	$CV_g$	6,05	5,11	4,77	4,26	-	3,11	3,50	3,52
<i>P. dubium</i>	(%)	-	2,39	3,19	2,66	2,54	2,97	4,13	-
<i>G. gorarema</i>	$CV_e$	6,34	6,43	7,62	7,11	-	8,65	8,69	9,17
<i>P. dubium</i>		-	4,39	3,92	3,72	3,77	3,37	2,95	-
<i>G. gorarema</i>	$CV_d$	23,51	21,84	20,54	20,64	-	20,64	21,29	21,27
<i>P. dubium</i>		-	13,90	11,95	11,90	11,78	12,74	15,10	-
<i>G. gorarema</i>	$CV_g/CV_{exp}$	0,49	0,44	0,40	0,37	-	0,25	0,27	0,27
<i>P. dubium</i>		-	0,31	0,49	0,42	0,39	0,45	0,56	-

As herdabilidades, foram superiores para DAP em relação a altura, em todas as idades avaliadas, para as duas espécies. NOGUEIRA *et al.* (1986c), encontraram herdabilidades para altura de plantas de *G. gorarema*, aos 3 anos, variando entre populações de 0,03 a 0,25. SIQUEIRA *et al.* (1986c), encontraram herdabilidades para altura de *P. dubium*, entre 0,32 e 1,00. Nota-se, que os valores aqui encontrados para as duas espécies,

foram claramente inferiores, nas mesmas idades avaliadas pelos dois autores. Estas estimativas foram também inferiores aos resultados apresentados por VITTI *et al.* (1992) para alturas de *Esenbeckia leiocarpa* aos 3 anos de idade. De um modo geral, os coeficientes de herdabilidade não apresentam comportamentos regulares no que se refere a características de crescimento como altura e DAP, o que pode ser observado na TABELA 1.

Os coeficientes de variação genética ( $CV_g$ ) foram relativamente baixos para as duas características, em ambas as espécies, sendo na maioria dos casos menores para DAP em relação a altura. Comparando estes valores entre espécies, *P. dubium* foi, de modo geral, mais variável geneticamente que *G. gorarema*. *P. dubium*, apresentou maiores  $CV_g$  para altura em quase todas as idades e DAP aos 8 anos. Este comportamento do  $CV_g$ , mostra uma clara correlação na magnitude dos valores de herdabilidade e coeficientes de variação genéticos. O  $CV_g$  é um parâmetro da maior importância a ser conhecido, nos trabalhos de conservação genética, visto que se refere à variação genética amostrada na população natural que será preservada na forma *ex situ*. Tendo isso em vista, e ponderando os resultados obtidos entre as espécies, pode-se afirmar que a estratégia de conservação foi mais eficiente para *P. dubium*, em comparação a *G. gorarema*. SAMPAIO & VENTURIERI (1990) obtiveram resultados superiores de  $CV_g$ , em pesquisa onde os dados de altura para procedências de *E. leiocarpa*, sendo esta sombreada com *Cecropia cinerea*, cujos resultados foram de 17,60%; 19,21% e 14,31%, respectivamente. Valores superiores também foram encontrados por outros autores como VITTI *et al.* (1992) que apresentaram estimativas de coeficiente de variação genética de 30,65% para *Copaiifera multijuga*; 27,5% para *Hymenaea courbaril*; 16,94% para *Apuleia leiocarpa* e 23,50% para *Hymenolobium* sp., aos 3 anos de idade, e por SIQUEIRA *et al.* (1993) que obtiveram  $CV_g$  variando de 0,00 a 14,39% para alturas; entre 0,00 e 16,47% para DAP, para *Dipteryx alata*, de diferentes procedências e a diferentes idades, sendo que os autores observaram também que esses coeficientes tendem a decrescer com a idade. Outros resultados obtidos por vários autores podem ser observados na TABELA 1.

O coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ) foi baixo para ambas características e espécies, porém, um pouco superior no ensaio de *G. gorarema*, resultado possivelmente associado à maior mortalidade de plantas detectada neste teste.

O coeficiente de variação fenotípico dentro de parcelas ( $CV_d$ ) foi alto para ambas características e espécies, entretanto, sempre superior

para *G. gorarema*. O  $CV_d$  também foi superior ao  $CV_g$  e  $CV_e$ , o que associado ao fato deste componente conter  $\frac{3}{4}$  da variância genética aditiva, variância que é responsável pela transmissão das características herdadas de geração para geração, indica o potencial genético do material para a exploração em futuros programas de melhoramento das espécies. Em concordância a este resultado, o potencial de seleção no ensaio, medido pela relação de variância genética e variação experimental (TABELAS 4 e 5), sugere maior eficiência na seleção da característica DAP, em comparação com a altura, para ambas as espécies, em especial para a *P. dubium*. Os valores do coeficiente de variação dentro de progênies ( $CV_d$ ) apresentados nas TABELAS 4 e 5, tanto para altura como para DAP, comparados aos valores do coeficiente de variação genética entre progênies ( $CV_g$ ), evidenciam que a variação é maior entre os indivíduos da mesma progênie do que entre progênies, para características de crescimento, o que também foi observado por NOGUEIRA *et al.* (1986a, 1986b, 1986c); por SIQUEIRA *et al.* (1986a, 1986b); VITTI *et al.* (1992); SIQUEIRA *et al.* (1993); ETTORI *et al.* (1995) e ETTORI *et al.* (1996), entre outros.

De um modo geral, o comportamento silvicultural, avaliado pelo crescimento médio, incremento médio anual, sobrevivência, resultados do teste F e os valores encontrados para o  $CV_g$ , na característica altura, sugerem o sucesso na estratégia de conservação adotada para as espécies. Estes resultados combinados com os obtidos para os parâmetros genéticos como  $h^2$ ,  $CV_d$  e  $CV_g/CV_{exp}$ , ainda deverão ser avaliados a idades mais avançadas, para que se possa indicar se as espécies realmente apresentarão potencial para seleção em futuros programas de melhoramento. Quanto a base genética restrita, nesses ensaios (18 progênies em *G. gorarema* e 20 em *P. dubium*), para programas de melhoramento, ressalta-se que este problema pode ser facilmente contornado pela inclusão de outras famílias destas populações e/ou pela inclusão de novas populações.

## 5 CONCLUSÕES

A análise do comportamento silvicultural, de ambas as espécies, mostrou um desenvolvimento superior ao apresentado na literatura e uma boa

adaptação das espécies aos plantios a pleno sol e de culturas puras, favorecendo o reflorestamento homogêneo da espécie para fins comerciais.

Os resultados do teste F revelaram variações genéticas significativas para algumas idades de plantio, sendo que *P. dubium* apresentou maior variabilidade quando comparada à *G. gorarema*, indicando sua maior eficiência na estratégia de conservação *ex situ* e utilização para programas futuros de melhoramento.

Os coeficientes de herdabilidade obtidos para a característica DAP, para ambas as espécies, foram razoáveis, o que combinado com os altos coeficientes da variação fenotípica dentro de parcelas e com os resultados apresentados pelo potencial de seleção no ensaio, evidenciam a possibilidade de sucesso em futuros programas de melhoramento. Porém, devido à base genética restrita do material, este só poderá ser utilizado em programas de seleção, se for incluído um número bem maior de famílias no ensaio. Caso contrário, o material só poderá ser submetido a um ciclo de seleção, sendo os ganhos mais restritos.

Os ensaios deverão ser analisados em idades mais avançadas para que se conheça melhor a estrutura genética das populações amostradas, o que possibilitará uma orientação mais segura para programas de melhoramento com as espécies. Dados mais completos poderão ser obtidos através de estudos mais específicos, como o uso de marcadores moleculares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIN, D. 1993. *Componentes de variância*. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Matemática e Estatística. 108p. (apostila)
- CARVALHO, P. E. R. 1994. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira*. Brasília, EMBRAPA-CNPQ. 640p.
- DOBZHANSKY, T. 1973. *Genética do processo evolutivo*. Trad. por Celso Abbade Mourão. São Paulo, Polígono, Ed. da Universidade de São Paulo. 453p.
- ETTORI, L. C. *et al.* 1995. Conservação *ex situ* dos recursos genéticos do ipê-amarelo (*Tabebuia vellosii* Tol.) através de testes de procedências e progênies. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 7(2):157-168.
- ETTORI, L. C. *et al.* 1996. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. para conservação *ex situ*. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 8(1):61-70.
- FALCONER, D. S. 1972. *Introducción a la genética cuantitativa*. México, Ed. CECSA. 430p.
- FAO. 1996. Panel of experts on forest genetic resources. Ninth session. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 64p.
- GIANNOTTI, E. *et al.* 1982. Variações genéticas entre progênies e procedências de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão-SP, set. 12-18, 1982. *Anais... Silv. S. Paulo*, São Paulo, 16A:970-975. Pt. 2. (Edição Especial)
- GRIFFITH, J. J. 1987. Economia da conservação *in situ* de recursos genéticos florestais. *IPEF*, Piracicaba, (35):85-92.
- KAGEYAMA, P. Y. 1983. *Seleção precoce a diferentes idades em progênies de Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, ESALQ/USP. 147p. (Tese de Livre Docência)
- KAGEYAMA, P. Y. & DIAS, I. S. 1985. *The application of genetic concepts to native forest species in Brazil*. Rome, FAO. 11p. (Forest Genetic Resources Information, 13)
- KAGEYAMA, P. Y. *et al.* 1993. Teste de progênie combinado de espécies pioneiras e climácicas. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 / CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba-PR, set. 19-24, 1993. *Anais... São Paulo, SBS/SBEF*. v. 2. p. 473-475.
- KEIDING, H. & GRAUDAL, L. 1989. Introducción a la conservación de los recursos genéticos forestales. *Humblebaek*, Dinamarca, 2:71-107.
- LLERAS, E. 1992. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar./abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 4(único):1179-1184. Pt. 4. (Edição Especial)
- LORENZI, H. 1992. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, Ed. Plantarum. 352p.

- MORAES, M. M. L. T. *et al.* 1992. Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. - Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar./abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 4(único):1241-1245. Pt. 4. (Edição Especial)
- MORAES, M. M. L. T.; CAMBUIM, J. & KAGEYAMA, P. Y. 1993. Variabilidade genética em duas populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) consorciada com candiúba (*Trema micrantha* (L.) Blum.). In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 / CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba-PR, set. 19-24, 1993. *Anais... São Paulo, SBS/SBEF.* v. 2. p. 767-768.
- NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986a. Estudo de progênies e procedências do amendoim - *Pterogyne nitens* Tull. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, 40A:357-366. Pt. 2. (Edição Especial)
- NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986b. Teste de progênies e procedências da aroeira - *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, 40A:367-377. Pt. 2. (Edição Especial)
- NOGUEIRA, J. C. B. *et al.* 1986c. Teste de progênies e procedências de pau d'alho - *Gallesia gorarema* (Vell.) Moq. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, 40A:344-356. Pt. 2. (Edição Especial)
- RESENDE, M. D. V. *et al.* 1992. Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em testes de procedências e progênies de acácia-negra (*Acacia mearnsii*). *Bol. Pesq. Fl.*, Colombo, 24/25:55-65.
- SAMPAIO, P. T. B. & VENTURIERI, G. A. 1990. Variação genética entre e dentro de progênies de quatro espécies de leguminosas: *Copaifera multijuga* Hayne; *Hymenaea courbaril* Linn; *Apuleia leiocarpa* e *Hymenolobium* sp. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, SP, set. 22-27, 1990. *Anais... São Paulo, SBS/SBEF.* v. 3. p. 633-635.
- SEBBENN, A. M. *et al.* 1995. Teste de progênies de polinização livre em *Pinus tecumumanii* (Eq. et Per.) Styles de São Rafael del Norte na Região de São Simão, SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 7(2):241-252.
- SHIMIZU, J. Y.; KAGEYAMA, P. Y. & HIGA, A. R. 1982. Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais. *Documentos EMBRAPA/URPF*, Curitiba, (11):1-32.
- SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* 1986a. O cumbaru - *Dipteryx alata* Vog. - Estudo de diferentes progênies e procedências. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, 40A:281-290. Pt. 1. (Edição Especial)
- SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* 1986b. O jequitibá-rosa - *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze, uma espécie em extinção. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, 40A:291-301. Pt. 1. (Edição Especial)
- SIQUEIRA, A. C. M. De F. *et al.* 1986c. Conservação dos recursos genéticos da guarucaia - *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, 40A:302-313. Pt. 2. (Edição Especial)
- SIQUEIRA, A. C. M. De F.; NOGUEIRA, J. C. B. & KAGEYAMA, P. Y. 1993. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - Leguminosae. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 5(2):231-243.
- VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. 1992. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. São Paulo, Sociedade Brasileira de Genética. 496p.
- VENCOVSKY, R. 1969. Genética quantitativa. In: KERR, W. E. *Melhoramento e genética*. São Paulo, Edições Melhoramento. p. 17-38.
- \_\_\_\_\_. 1977. *Princípios de genética quantitativa*. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Genética. 97p.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M. A. M. 1965/1966. Características edafoclimáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, 4:57-139.
- VITTI, A. P. *et al.* 1992. Estrutura genética em populações de *Cecropia cinerea* e *Esenbeckia leiocarpa* plantadas segundo sucessão secundária. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo-SP, mar./abr. 29-03, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 4(único):1209-1212. Pt. 4. (Edição Especial)