

## Conservação *ex situ* de *Angico - Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg., em Assis, Estado de São Paulo

Alexandre Magno SEBBENN<sup>1</sup>

Osmar VILAS BÔAS<sup>2</sup>

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a variação genética para sobrevivência, altura, DAP, diâmetro da copa e bifurcação, em 20 progênies de polinização aberta de *Anadenanthera falcata* em Assis, SP, para fins de conservação *ex situ*. Foram detectadas variações significativas a 1% de probabilidade para altura aos dois e nove anos de idade e diâmetro da copa aos dois anos de idade e a 5% de probabilidade para bifurcação e sobrevivência. A variância genética entre progênies acomodou no máximo 14% (bifurcação) da variância fenotípica total. O coeficiente de variação genética foi alto para todos os caracteres (mínimo 8,2%) sugerindo que, embora a população seja constituída por apenas 20 progênies, tem variação suficiente para a conservação *ex situ* e potencial como população base para um programa de melhoramento. As estimativas das herdabilidades variaram de 0,066 a 0,377, confirmando o potencial da população para a seleção. A herdabilidade dentro de progênies para diâmetro da copa, aos nove anos de idade, indicou um ganho com a seleção dentro de progênies de 8,9%.

**Palavras-chave:** espécies arbóreas tropicais, parâmetros genéticos, pomar de sementes, teste de progênies.

### ABSTRACT

*Anadenanthera falcata* is a cerrado species which has been considered for *ex situ* conservation in Assis, SP, Brazil. We report the results of a study which evaluated the importance of genetic variability for survival, growth (height, DBH, crown diameter) and forking of trees, using 20 open-pollinated progenies of the species. There were significant differences among progenies

<sup>1</sup> Instituto Florestal-IF, Caixa Postal, 1322, CEP 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Floresta Estadual de Assis, Caixa Postal 104, CEP 19800-000, Assis, SP, Brasil.

in plant height at nine years and at two years of age, and in crown diameter at two years ( $P > 0.01$ , analysis of variance). Significant differences were detected for fork formation and survival ( $P > 0.05$ ) among progenies. Genetic variance among progenies accounted up to 14% (fork formation) of the total phenotypic variance. The coefficient of genetic variance was high for all traits (minimum 8.2%) suggesting that, although the population was composed of only 20 progenies, it had sufficient genetic variation for *ex situ* conservation and for a breeding program. Estimates of heritability ranged from 0.066 to 0.377, confirming the potential of population for selection. Heritability estimates for the nine-year old plants indicated gains of 8.9% for crown diameter through within progeny selection .

**Key-words:** genetic parameters, progeny test, seed orchard, tropical tree species.

## INTRODUÇÃO

A intensa exploração das florestas naturais do Estado de São Paulo e a abertura de campos para a agricultura vêm ocasionando a extinção de espécies arbóreas de reconhecido valor comercial (Kageyama & Dias, 1982; Nogueira *et al.*, 1986; Siqueira *et al.*, 1993). Para que outras espécies arbóreas de valor econômico, social e ecológico não sejam extintas, todas as práticas possíveis de conservação devem ser adotadas, visto que as futuras necessidades humanas não são conhecidas e o que hoje parece de pouca utilidade pode, no futuro, ser essencial.

A conservação genética está diretamente relacionada com atividades para salvar e prevenir a perda de genes, de complexos gênicos e genótipos (Zobel & Talbert, 1984). Existem basicamente dois métodos de conservação: a *in situ* e a *ex situ*. A *in situ* refere-se à conservação da população no seu próprio local de origem. A *ex situ* é uma forma complementar da *in situ*, devendo ser utilizada quando a *in situ* é inviável ou impossível (Graudal *et al.*, 1997), ou, ainda, quando pretende-se seu uso no curto e médio prazo em programas de melhoramento genético. Em espécies arbóreas, a conservação *ex situ* pode efetivamente ser feita em forma de pomares de sementes, arboretos, testes de progênies e testes de procedências.

O objetivo da conservação genética é a manutenção do potencial evolutivo das espécies, uma vez que a variabilidade genética é condição essencial para a adaptação às mudanças ambientais. A redução da variabilidade genética restringe o potencial de ajustes genéticos a mudanças do ambiente, sejam elas naturais, econômicas ou sociais (Frankel, 1977).

*Anadenanthera falcata* ou angico-cascudo é uma espécie arbórea tropical de fase inicial de sucessão (pioneira a secundária), que ocorre entre as latitudes 16°S (Mato Grosso) a 24°S (Paraná), em altitudes que variam de 140 m a 1.000 m. As árvores são baixas, com até 10 m de altura e 60 cm de DAP, e o fuste é geralmente tortuoso (Carvalho, 1994). A espécie é de reprodução cruzada, favorecida pela presença de mecanismos de auto-incompatibilidade (Costa *et al.*, 1992). O crescimento varia de moderado a rápido e a madeira é usada principalmente na construção civil e energia (Carvalho, 1994).

Este estudo objetiva avaliar o comportamento silvicultural e genético de 20 progênies de polinização aberta, implantadas na Floresta Estadual de Assis, Oeste do Estado de São Paulo, para fins de conservação genética *ex situ* e estudar o potencial do angico para programas de melhoramento genético.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostragem e delineamento experimental

As sementes foram obtidas de 20 árvores de polinização aberta, espaçadas entre si por pelo menos 100 m, em população natural de *Anadenanthera falcata*, localizada na Floresta Estadual de Assis, dentro das coordenadas 50°10' W a 50°30' W e 22°32' S a 22°42' S, no Estado de São Paulo. As sementes foram coletadas em agosto de 1993 e o teste de progênies foi implantado em março de 1994, na Floresta Estadual de Assis, do Instituto Florestal de São Paulo, localizada pelas coordenadas 22°40' S, 50°25' W. A altitude média da F.E. de Assis é de 562 m, o clima é de transição entre os tipos Cfa e Cwa, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.400mm. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho-escuro, Álico, com horizonte A moderado e textura média (LE1) (Bognola *et al.*, 1990), que são solos ácidos e de baixa fertilidade, com elevados teores de alumínio. A vegetação original da Floresta enquadra-se no conceito de cerrado *lato sensu*, predominando a fisionomia cerradão (Durigan *et al.*, 1997). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, devido à falta de mudas em algumas progênies. Portanto, alguns tratamentos apresentavam número maior de repetições do que outros. O número de repetições variou de dois a 13 e cada parcela era constituída por cinco plantas em linha, obedecendo ao espaçamento 3 m x 3 m. Uma bordadura externa de duas linhas foi adotada objetivando reduzir o efeito de borda nos tratamentos.

Medidas de altura foram tomadas no primeiro ano de plantio (1995), altura e diâmetro da copa (DC) no segundo ano (1996) e altura, DC, DAP (diâmetro à altura do peito - 1,3 m) e bifurcações do tronco no nono ano de idade (2003).

## Análise e estimativa de componentes da variância

As análises da variância foram realizadas em nível de plantas individuais. Como o experimento era desbalanceado devido ao número desigual de árvores sobreviventes por parcelas e ao desigual número de repetições, utilizou-se o método de REML (Restricted Maximum Likelihood) para as estimativas dos componentes da variância. O procedimento REML do programa estatístico SAS (SAS, 1999) foi usado para encontrar os componentes da variância pelo modelo de máxima verossimilhança restrita, combinado com o comando VARCOMP. Os valores perdidos (árvores mortas) foram estimados e os componentes da variância foram ajustados para estes. Para a análise de variância, o caráter sobrevivência foi transformado para logaritmo arco-seno  $\sqrt{SOB+0,5}$  e o caráter bifurcação por,  $\sqrt{NB+0,5}$ , sendo  $NB$  o número de árvores bifurcadas por parcela. A análise, para os dois últimos caracteres, foi conduzida em termos de médias de parcelas.

Um modelo aleatório foi assumido para estimar os componentes da variância em nível de plantas individuais:

$$Y_{ijk} + m + t_i + e_{ij} + d_{ijk}$$

em que:  $Y_{ijk}$  é o valor fenotípico do  $k$ -ésimo indivíduo da  $j$ -ésima repetição da  $i$ -ésima progênie;  $m$  é o termo fixo da média total;  $t_i$  é o efeito aleatório da  $i$ -ésima progênie;  $e_{ij}$  é o efeito da interação aleatório da  $i$ -ésima progênie com a  $j$ -ésima repetição;  $d_{ijk}$  é o efeito da  $k$ -ésima árvore dentro da  $j$ -ésima repetição da  $i$ -ésima progênie. Esta última inclui os efeitos do erro;  $i = 1...t$  ( $t$  é o número de progênes);  $j = 1...b$  ( $b$  é o número de repetições);  $k = 1...m$  ( $m$  é o número de plantas dentro de progênes).

Os componentes de variância estimados foram:  $\sigma_p^2$  = variância genética entre progênes;  $\sigma_e^2$  = variância ambiental;  $\sigma_d^2$  = variância fenotípica dentro de progênes.

### Estimativa de parâmetros genéticos

O cálculo da variância genética e fenotípica, herdabilidades e ganhos esperados na seleção seguem Namkoong (1979). O erro padrão das herdabilidades foi calculado pelo método proposto por Namkoong (1979).

Para efeito de estimativa de parâmetros genéticos, assumiu-se que as progênes eram aparentadas como sendo meios-irmãos. Deste modo, a variância genética aditiva ( $\sigma_A^2$ ) foi estimada por:  $\sigma_A^2 = 4\sigma_p^2$ .

Os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ), entre progênes ( $\hat{h}_m^2$ ) e dentro de progênes ( $\hat{h}_d^2$ ) foram estimados por:

$$\hat{h}_i^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_F^2}, \quad \hat{h}_m^2 = \frac{\sigma_p^2}{\frac{\sigma_d^2}{nb} + \frac{\sigma_e^2}{b} + \sigma_p^2}, \quad \hat{h}_d^2 = \frac{(\frac{3}{4})\sigma_A^2}{\sigma_d^2}$$

em que,  $\sigma_F^2$  é a variância fenotípica total calculada por:  $\sigma_F^2 = \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_p^2$ .

Como o objetivo principal deste teste de progênies é a conservação *ex situ*, mas é necessário o manejo para manter a taxa de crescimento e reduzir o parentesco dentro das parcelas, a fim de evitar o cruzamento entre irmãos e a conseqüente endogamia nas sementes, a resposta à seleção ( $\hat{R}$ ) foi obtida considerando a seleção apenas dentro de progênies, por:

$$\hat{R} = i\hat{\sigma}_d\hat{h}_d^2,$$

em que,  $i$  é a intensidade de seleção em unidade de desvio padrão e  $\hat{\sigma}_d$  é o desvio padrão da variância fenotípica dentro de progênies. Foram selecionadas  $\frac{1}{4}$  das árvores dentro de progênies, então  $i = 1,2711$  (Hallauer & Miranda Filho, 1988). A resposta à seleção em porcentagem [ $\hat{R}$  (%)] foi calculada por:

$$\hat{R}(\%) = \frac{\hat{R}}{\bar{x}} \times 100$$

em que,  $\bar{x}$  é a média do caráter.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância revelaram diferenças altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre progênies para altura no segundo (ALT96) e nono ano (ALT03) e diâmetro da copa (DC96) no segundo ano, sugerindo que a população tem potencial para a conservação e para o melhoramento genético (Tabela 1). As análises de variância para bifurcação (BIF03) e sobrevivência (SOB03) também foram significativas ( $P < 0,05$ ), indicando que existe a possibilidade da seleção de progênies com maior taxa de sobrevivência e menor número de indivíduos bifurcados e, conseqüentemente, o aumento da produtividade pela redução da mortalidade e maior aproveitamento do fuste das árvores.

Tabela 1. Estimativas de quadrados médios para altura (ALT), diâmetro da copa (DC), diâmetro altura do peito (DAP), bifurcação (BIF) e sobrevivência (SOB) em teste de progênies de *Anadenanthera falcata*, em Assis-SP.

Fonte de variação	ALT95 (m)	ALT96 (m)	ALT03 (m)	DC95 (m)	DC96 (m)	DC03 (m)	DAP03 (m)	BIF03 (%)	SOB03 (%)
Progênies	0,0428	0,4818 **	5,2386 **	0,0181	0,2089 **	2,9528	14,8065	0,2689 *	0,1442 *
Resíduo	0,0753	0,2487	3,6700	0,0193	0,1036	1,6447	19,5508	0,1397	0,0853
Dentro	0,0325	0,1193	1,8138	0,0101	0,0543	0,9755	9,0912	-	-
$\hat{Q}_p$	0	4,9	1,7	0	5,2	0	0	13,8	11,0
$\hat{Q}_e$	21,2	19,4	22,0	17,4	17,2	3,5	17,2	86,2	89,0
$\hat{Q}_d$	78,8	75,7	76,3	82,6	77,6	96,5	82,8	-	-
Média	0,34	0,67	2,43	0,24	0,46	1,68	4,18	25,2	51,3
IMA	0,34	0,33	0,27	0,24	0,23	0,19	0,46	-	-

\*\* :  $P < 0,01$ ; \* :  $P < 0,05$ ;  $\hat{Q}_p = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_F^2$ ;  $\hat{Q}_e = \hat{\sigma}_e^2 / \hat{\sigma}_F^2$ ;  $\hat{Q}_d = \hat{\sigma}_d^2 / \hat{\sigma}_F^2$ ;  $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2$

IMA = Incremento médio anual.

A divergência genética entre progênies ( $\hat{Q}_p$ ) variou de 1,7% (ALT03) a 13,8% (BIF03), a distribuição da variação ambiental entre parcelas, excluindo o caráter sobrevivência ( $\hat{Q}_e$ ), variou de 2,7% (SOB03) a 22% (ALT03) e a distribuição da variância fenotípica dentro de progênies ( $\hat{Q}_d$ ) variou de 75,7% (ALT96) a 96,5% (DC03). Estes resultados demonstram, claramente, que a maior parte da variação encontra-se dentro das progênies e que, em caso de melhoramento, podem ser capitalizados ganhos com a seleção das melhores plantas dentro de progênies.

A avaliação das médias dos caracteres e incrementos médios anuais (IMA) (Tabela 1) demonstrou que o crescimento das árvores é lento e manteve-se constante nos primeiros anos de vida das plantas (1995 a 1996), reduzindo na idade de nove anos (2003). Comparando os IMA aqui obtidos, em altura e DAP, com o estimado dos resultados obtidos por Garrido *et al.* (1991), em plantio da espécie aos 17 anos de idade, no mesmo local onde está sendo conduzido este experimento, Assis, SP (altura= 0,88 m, DAP= 1,36 cm) observa-se que as árvores do presente teste tiveram crescimento muito inferior.

Essa diferença, porém, é facilmente explicada se considerarmos que aquele povoamento foi submetido a três desbastes seletivos, tendo sido eliminados os indivíduos de menor porte e tronco mal formado. Essa constatação reforça os resultados obtidos neste estudo, de que a seleção pode acarretar ganhos consideráveis para o crescimento das árvores desta espécie.

As médias de altura, DAP, diâmetro da copa, sobrevivência e bifurcação para as 20 progênies aos 9 anos de idade (2003) são apresentadas na Tabela 2. O crescimento em altura variou entre progênies de 1,73 m (progênie 15) a 4,2 m (progênie 1), para o diâmetro da copa de 1,05 cm (progênie 16) a 3,03 cm (progênie 1), para o DAP variou de 2,83 cm (progênie 15) a 6,63 cm (progênie 1), para sobrevivência de 28% a 75% e para bifurcação de 0% a 50%. Essa ampla variação na performance dos caracteres reforça a hipótese de que a população tem potencial para a conservação e melhoramento genético.

As estimativas do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ), herdabilidades e resposta esperada com a seleção (Tabela 3) foram calculadas apenas para os caracteres que apresentaram diferenças significativas pelo teste *F* da análise de variância, excluindo os caracteres bifurcação e sobrevivência (Tabela 1). O coeficiente de variação genética foi alto para todos os caracteres em todas as análises, variando de 8,2% para altura aos nove anos de idade (ALT03) a 13,0% para diâmetro médio da copa no segundo ano (DC96). Esses valores encontram-se entre os mais altos observados em espécies arbóreas tropicais. *Galesia gorarema* (No-

Tabela 2. Resultados do número de plantas por progênie ( $n$ ), taxa média de crescimento em altura, diâmetro médio da copa, DAP, sobrevivência e bifurcação média para 20 progênies de *Anadenanthera falcata*, aos nove anos de idade, em Assis, SP.

Progênie	$n$	Altura (m)	Diâmetro da copa (m)	DAP (cm)	Sobrevivência (%)	Bifurcação (%)
1	8	4,20	3,03	6,63	53,3	0,0
2	55	2,90	2,10	4,93	60,0	30,9
3	33	2,32	1,77	3,95	52,5	30,3
4	34	2,91	1,98	4,95	70,0	47,1
5	17	2,18	1,60	2,91	70,0	35,3
6	18	1,93	1,08	5,17	36,0	5,6
7	9	2,15	1,36	4,36	33,3	33,3
8	25	2,63	1,82	4,73	53,3	16,0
9	21	2,77	1,63	5,76	46,7	14,3
10	32	1,81	1,24	3,02	28,0	18,8
11	33	2,43	1,85	2,73	70,0	27,3
12	15	3,25	1,95	4,46	48,0	20,0
13	13	2,62	1,72	4,47	40,0	30,8
14	52	2,21	1,50	3,54	55,4	23,1
15	12	1,73	1,18	2,83	40,0	16,7
16	13	1,77	1,05	3,21	35,0	15,4
17	7	2,73	2,01	4,38	60,0	42,9
18	25	1,90	1,37	4,82	36,7	8,0
19	13	2,35	1,67	4,30	45,0	38,5
20	18	2,34	1,63	3,52	75,0	50,0
Média - $\bar{X}$	22,65	2,46	1,68	4,23	50,4	25,2

gueira *et al.*, 1986) apresentou os menores valores relatados em espécies arbóreas tropicais, com coeficiente de variação genética variando de 0,8% para altura e 2,6% para DAP e *Esenbekia leiocarpa* (Vitti *et al.*, 1992) apresentou os mais altos, com 16,7% para altura de plantas. A estimativa média do coeficiente de variação genética para espécies arbóreas tropicais é de 7,5% para altura de plantas e 7,9% para DAP (Sebbenn, 2001). Assim, a presente população de *Anadenanthera falcata* apresenta variação genética superior à média das espécies arbóreas tropicais.

Em concordância com as estimativas do  $CV_g$ , os coeficientes de herdabilidade foram altos para todos os caracteres em todas as idades. O coeficiente de herdabilidade em nível de plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ) variou de 6,8% (ALT03) a 20,8% (DC96), sugerindo a possibilidade de sucessos com a seleção massal entre plantas

Tabela 3. Estimativas do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ), herdabilidades em nível de plantas individuais ( $\hat{h}_i^2$ ), média de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ), dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ) e porcentagem de resposta à seleção dentro de progênies ( $\hat{R}$  %) em *Anadenanthera falcata*, para os caracteres altura (ALT) e diâmetro médio da copa (DC).

Parâmetro	ALT96 (m)	ALT03 (m)	DC96 (m)	DC03 (m)
$CV_g$ (%)	13,0	8,2	13,0	11,7
$\hat{h}_i^2$	0,194±0,044	0,068±0,025	0,208±0,042	0,128±0,030
$\hat{h}_m^2$	0,344±0,049	0,143±0,084	0,377±0,045	0,273±0,061
$\hat{h}_d^2$	0,193±0,008	0,066±0,011	0,201±0,009	0,120±0,009
$\hat{R}$ (%)	12,6	4,7	12,9	8,9

± Erro padrão.

no ensaio. O coeficiente de herdabilidade entre plantas dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ) apresentou valores levemente inferiores ao coeficiente de herdabilidade em nível de plantas individuais, sugerindo que ganhos podem ser computados pela seleção massal dentro de progênies. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies ( $\hat{h}_p^2$ ) foi maior que as demais herdabilidades, com valores variando de 14,3% (ALT03) a 37,7% (DC96), indicando que, apesar do pequeno número de progênies ensaiadas (20), ganhos genéticos podem ser obtidos com a seleção das melhores progênies. Apesar das altas herdabilidades, é importante ressaltar que essas encontram-se superestimadas, visto que foram obtidas em apenas um simples ambiente e assumindo que o parentesco entre plantas dentro de progênies é de meio-irmãos. Herdabilidades calculadas de componentes de variância estimados em apenas um ambiente contêm efeitos devido à interação entre genótipo e ambiente, portanto, são superestimadas (Rehfeldt, 1974; Namkoong, 1979; Namkoong *et al.*, 1988). Adicionalmente, a pressuposição de que progênies de polinização livre são meio-irmãos, não tem sido confirmada na literatura e misturas de meio-irmãos, irmãos-completos e irmãos de autofecundação têm sido observadas (Muona *et al.*, 1991; Mitton *et al.*, 1997; Millar *et al.*, 2000; Sebbenn *et al.*, 2000; Ledig *et al.*, 2001; Perry & Bousquet, 2001; Seoane *et al.*, 2001 e Souza *et al.*, 2003). Possivelmente, isto também ocorre em *Anadenanthera falcata*. A consequência é a superestimativa da variância genética aditiva, herdabilidades e resposta à seleção.

Também é importante frisar que, embora as estimativas de herdabilidades encontrem-se, provavelmente, superestimadas, o alto controle genético detectado pelos coeficientes de herdabilidade para o caráter bifurcação indica que existe a

possibilidade de obterem-se indivíduos melhorados com baixa frequência de bifurcação e, assim, aumentar a produtividade de plantios com a espécie.

Tendo em vista que o principal objetivo deste estudo é a conservação genética *ex situ* da população de *Anadenanthera falcata* sob consideração, é necessário o manejo do teste para a manutenção da taxa de crescimento e redução dos parentescos dentro das parcelas, para fins de obtenção de sementes não endogâmicas. Os progressos esperados com a seleção foram obtidos para a seleção de 1/4 das melhores árvores dentro das progênies. Os ganhos esperados com a seleção variaram de 4,7% (ALT03) a 12,9% (DC96) e ganhos genéticos na ordem de 4,7% para altura e 8,9% para DC03 podem ser esperadas aos nove anos de idade, com a seleção dentro de progênies.

## CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo permitem concluir que a população instalada de *Anadenanthera falcata* tem variação genética suficiente para permitir ou proporcionar um programa de conservação genética *ex situ*. Também verifica-se o potencial para a capitalização de progressos genéticos com a seleção de progênies com menor frequência de bifurcação, maior taxa de sobrevivência e crescimento em altura.

## AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à equipe técnica de apoio à pesquisa da Floresta Estadual de Assis, do Instituto Florestal de São Paulo, pela mensuração dos caracteres quantitativos no ensaio e aos revisores anônimos pela cuidadosa revisão do manuscrito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bognola, I.A.; Joaquim, A.C.; Prado, H. & Lepsch, I.F. 1990. **Levantamento pedológico semi-detalhado da região do governo de Assis**. Escala 1:50.000. Convênio IAC/CIERGA/IGC.
- Carvalho, P.E.R. 1994. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640 p.
- Costa, R.B. da; Kageyama, P.Y. & Mariano, G. 1992. Estudo do sistema de cruzamento de *Anadenanthera falcata* Benth., *Vochysia tucanorum* Mart. e *Xylopia aromatica* Baill. em área de cerrado. **Revista Brasileira de Sementes**, 14(1):93-96.
- Durigan, G.; Franco, G.D.C.; Pastore, J.A. & Aguiar, O.T. 1997. Regeneração natural de vegetação de cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, 9(1):71-85.

Frankel, O.H. 1977. Philosophy and strategy of genetic conservation in plants. **In:** THIRD WORLD CONSULATTION ON FOREST TREE BREEDING. Documentnts. Canberra, Austrália. 21-26 March, 1977. Vol. 1, pp. 6-11.

Garrido, M.A. de O.; Domingos, P.R.; Garrido, L.M. do A.G. & Durigan, G. 1991. Pesquisa e experimentação com cinco espécies nativas. **In:** CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1991, v. 3. pp. 602-610.

Graudal, L.; Kjaer, E.; Thomsen, A. & Larsen, A.B. 1997. **Planning national programmes for conservation of forest genetic resources.** DANIDA, Humlebaek, 58 p. (Techical Note, n. 48).

Hallauer, A.R. & Miranda Filho, J.B. 1988. **Quantitative genetics in maize breeding.** AMES: State University Press, 469 p.

Kageyama, P.Y. & Dias, I. de S. 1982. Aplicação da genética em espécies florestais nativas. **Silvicultura em São Paulo, 14A(2):**782-791. (Edição Especial)

Ledig, F.T.; Miguel, A.; Capó-Artega, A.; Hodgskiss, P.D.; Sbay, H.; Flores-López, C.; Conckle, M.T. & Bermejo-Valázquez, B. 2001. Genetic diversity and the mating system of a rare mexican piñon, *Pinus pinceana*, and a comparison with *Pinus maximartinezii* (Pinaceae). **American Journal of Botany, 88(11):**1977-1987.

Millar, M.A.; Byrne, M.; Coates, D.J.; Srukely, M.J.C. & McCon, J.A. 2000. Mating system studies in jarrah, *Eucalyptus marginata* (Myrtaceae). **Australian Journal of Botany, 48:**475-479.

Mitton, J.B.; Latta, R.G. & Rehfeldt, G.E. 1997. The pattern of inbreeding in washoe pine and survival of inbreed progeny under optional environmental condictionns. **Silvae Genetica, 46(4):**215-219.

Muona, O.; Moran, G.F. & Bell, J.C. 1991. Hierarchical patterns of correlated mating in *Acacia melanoxylon*. **Genetics, 127:**619-626.

Namkoong, G. 1979. **Introduction to quantitative genetics in forestry.** Forest Service, Washington, D.C, 342 p. Technical Bulletin No 1588.

Namkoong, G.; Kang, H.C. & Brouard, J.S. 1988. **Tree breeding: Principles and Strategies.** New York: Springer-Verlang Inc. 180 p.

Nogueira, J.C.; Siqueira, A.C.M.F.; Moraes, E. & Iwane, M.S.S. 1986. Estudo de progênies e procedências de *Pterogyne nitens* Tul. **Boletim Técnico de IF, 40A(2):**357-366. (Edição Especial)

Perry, D.J. & Bousquet, J. 2001. Genetic diversity and mating system of post-fire and porst-harvest black spruce: an investigation using codominat sequence-tagged-site (STS) markers. **Canadian Journal Forest Research, 31:**32-40.

Rehfeldt, G.E. 1974. Genetic variation of Douglas-Fir in the northern rocky mountains. 6 p. Intermt. For. and Exp. Stn., Ogden, Utah 84401. **USDA For. Serv. Research Note INT-184.**

S.A.S. 1999. Institute Inc. **SAS Procedures Guide. Version 8 (TSMO).** SAS Institute Inc. Cary, N.C., 27513, USA.

Sebbenn, A.M. 2001. **Estrutura genética de populações de *Cariniana legalis*, a partir de caracteres quantitativos e isoenzimáticos.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 210 p. (Tese Doutorado)

Sebbenn, A.M.; Kageyma, P.Y.; Siqueira, A.C.M.F. & Zanatto, A.C.E. 2000. Taxa de cruzamento em populações de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Ktze.: Implicações para a conservação e o melhoramento genético. **Scientia Forestalis**, **58**:25-40.

Seoane, C.E.C.; Sebbenn, A.M. & Kageyama, P.Y. 2001. Sistema reprodutivo em populações de *Esenbeckia leiocarpa*. **Revista do Instituto Florestal**, **13**(1):19-26.

Siqueira, A.C.M.F.; Nogueira, J.C.B. & Kageyma, P.Y. 1993. Conservação de Recursos genéticos *ex situ* de Cumbaru (*Dipteryx alata*) Vog. - LEGUMINOSAE. **Revista do Instituto Florestal**, **5**(2):231-43.

Souza, L.M.I.; Sebbenn, A.M. & Kageyama, P.Y. 2003. Sistema de reprodução em população natural de *Chorisia speciosa*. **Revista Brasileira de Botânica**, **26**(1):113-121.

Vitti, A.P.; Kageyama, P.Y.; Costa, L.G.S.; Billa, A.D.; Seguese, F. & Silva, F.F. 1992. Estrutura genética em populações de *Cecropia cinerea* & *Esenbekia leiocarpa* plantadas segundo a sucessão secundária. **Revista do Instituto Florestal**, **4**:1209-1212. (Edição Especial).

Zobel, B. & Talbert, J. 1984. **Applied forest tree improvement**. New York, John Wiley & Sons, Inc. 505pp.

