

## Seleção de espécies e procedências de *Pinus* para região de Assis, Estado de São Paulo

### Selection of *Pinus* species and provenances for Assis region, State of São Paulo

Francine Beatriz de Souza<sup>1</sup>, Miguel Luiz Menezes Freitas<sup>2</sup>, Mario Luiz Teixeira de Moraes<sup>3</sup>, Osmar Vilas Boas<sup>4</sup> e Alexandre Magno Sebbenn<sup>5</sup>

#### Resumo

O objetivo deste estudo foi à seleção de espécies e procedências de *Pinus* para a região de Assis, estado de São Paulo. O teste de espécie e procedências foi instalado na Floresta Estadual de Assis, no delineamento experimental blocos casualizados, com tratamentos representados por espécies (*Pinus oocarpa*, *P. maximinoi* e *P. tecunumanii*) e procedências por espécie, quatro blocos e parcelas quadradas com 49 plantas (7 x 7), no espaçamento de 3 x 2,5 m. Aos 21 anos após o plantio foram mensurados os caracteres: diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (ALT), volume real individual (VOL) e a taxa de sobrevivência (SOBRE). Foram observadas diferenças significativas entre as espécies e procedências de diferentes espécies ( $p < 0.01$ ) para o caractere SOBRE, indicando a possibilidade de seleção entre espécies e procedências. A divergência genética entre espécies variou entre os caracteres de crescimento de zero a 0,141 e foi de 0,683 para SOBRE, o que indica que a maior parte da variabilidade genética se encontra distribuída dentro das espécies para os caracteres de crescimento e entre espécies para a SOBRE. Foram observadas correlações genéticas e fenotípicas significativas e positivas entre os caracteres DAP e VOL (mínimo de 0,926;  $p < 0,01$ ) o que indica que a seleção para o DAP vai resultar em um aumento no VOL. Os resultados observados indicam que existem variações genéticas entre as espécies e procedências de diferentes espécies de *Pinus* para SOBRE e que a *P. oocarpa* é mais indicada para o reflorestamento comercial nas condições ambientais de Assis.

**Palavras-chave:** Caracteres quantitativos; melhoramento genético; variação genética.

#### Abstract

The objective of the study was the selection of *Pinus* species and provenances for the region of Assis, state of São Paulo. The species and provenance test was established at the Assis State Forest, using the randomized blocks design with treatments represented by species (*Pinus oocarpa*, *P. maximinoi* and *P. tecunumanii*) and provenances of the species, four blocks and square plots with 49 plants (7 x 7), at a spacing of 3 x 2.5 m. At 21 years after planting the traits were measured: diameter at breast height (DAP), total height (ALT), individual real volume (VOL) and the survival rate (SOBRE). Significant differences were observed between species and provenances of different species ( $p < 0.01$ ) for SOBRE, indicating the possibility of selection among species and provenances. The genetic divergence between species varied between growth traits from zero to 0.141, and was 0.683 for SOBRE, indicating that most of the genetic variation is distributed within species for growth traits and between species for SOBRE. Genetic and phenotypic significant and positive correlations were observed between the DAP and VOL (minimum 0.926;  $p < 0.01$ ) indicating that selection for the DAP will result in an increase in the VOL. The results indicate that there are genetic variations among *Pinus* species and provenances of different species for SOBRE and *P. oocarpa* is most suitable for commercial reforestation in environmental conditions of Assis.

**Keywords:** Genetic variation; quantitative traits; tree breeding.

<sup>1</sup>Mestranda em Agronomia do Departamento de Fitotecnia. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Av. Brasil Centro, 56 - Caixa Postal 31 - 15385-000 - Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: [francinnysouza@yahoo.com.br](mailto:francinnysouza@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Doutor, Pesquisador Científico. IF - Instituto Florestal de São Paulo / Seção de Melhoramento Florestal - Rua do Horto, 931 - 02377-000 - São Paulo, SP, Brasil. CEP 02377-000. E-mail: [miguellmfreitas@yahoo.com.br](mailto:miguellmfreitas@yahoo.com.br).

<sup>3</sup>Professor Titular do Departamento de Fitotecnia. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Av. Brasil Centro, 56 - Caixa Postal 31 - 15385-000 - Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: [teixeira@agr.feis.unesp.br](mailto:teixeira@agr.feis.unesp.br).

<sup>4</sup>Doutor, Pesquisador Científico. IF - Instituto Florestal de São Paulo / Divisão de Florestas e Estações Experimentais, Seção de Floresta Estadual de Assis. Estrada Assis-Lutécia - Km 09 - Zona Rural - 19802-970 - Assis, SP, Brasil. E-mail: [osmarvb@gmail.com](mailto:osmarvb@gmail.com).

<sup>5</sup>Doutor, Pesquisador Científico. IF - Instituto Florestal de São Paulo / Divisão de Florestas e Estações Experimentais, Estação Experimental de Tupi. Rodovia Luiz de Queiroz - Km 149,5 - 13400-970 - Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: [alexandresebbenn@yahoo.com.br](mailto:alexandresebbenn@yahoo.com.br).

## INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus* engloba mais de 100 espécies com grande potencial a ser explorado em programas de melhoramento genético para diversos fins. Tais espécies são importantes fontes de matérias-primas para vários segmentos industriais. Encontra-se nesse gênero algumas das espécies mais plantadas no mundo para a produção de madeira serrada, resina, papel e celulose (SHIMIZU; SEBBENN, 2008).

No Brasil são plantadas, com interesses comerciais, diversas espécies de gênero *Pinus*, devido ao seu crescimento, forma do fuste adequada e adaptação às condições edafoclimáticas do país. Em 2012, a área ocupada por plantios florestais de *Eucalyptus* e *Pinus* no Brasil totalizou 6.664.812 ha, sendo 23,4% (1.562.782 ha) correspondentes aos plantios de *Pinus* (ABRAF, 2013).

Entre as espécies de *Pinus* plantadas no Brasil, destacam-se o *P. oocarpa* Schiede, *P. maximinoi* H. E. Moore e *P. tecunumanii* (Equilez & Perry) Styles. O *P. oocarpa* é encontrado no México, Belize, Guatemala, Honduras e Nicarágua, em várias condições climáticas, com precipitação pluviométrica anual variando de 500 a 2.500 mm e altitude de 200 a 2.500 m (PERRY, 1991). A espécie apresenta melhor crescimento em solos bem drenados de encostas sob condições de clima temperado quente a subtropical. As árvores alcançam entre 20 a 30 m de altura e, em algumas situações até 35 m, e diâmetro a altura do peito (DAP) entre 40 a 70 cm (AGUIAR et al., 2011). A madeira da espécie é útil para indústria de celulose, papel, construção civil e lenha, bem como apresenta potencial resinífero (KAGEYAMA et al., 1977; SHIMIZU; SEBBENN, 2008).

O *P. maximinoi* é a segunda espécie mais comum na América Central. Sua área de ocorrência natural estende-se desde o México, passando pela Guatemala, Honduras, El Salvador, até o noroeste da Nicarágua (DVORAK et al., 2000). Ocorre em altitudes que variam entre 700 a 2.400 m e precipitação anual entre 900 e 2.200 mm. Apresenta rápido crescimento, podendo chegar a 20 ou 40 m de altura e 1 m de DAP e sua madeira é leve, macia e de coloração clara, sendo muito resistente (SHIMIZU; SEBBENN, 2008). É adequada para uso na construção civil, celulose e painéis de fibras (WRIGHT; WESSELS, 1992). No Brasil, apresenta boa adaptação em regiões de clima subtropical e tropical. Esta espécie tem demonstrado alto incremento volumétrico e fuste de boa forma na região do cerrado, no sul do estado de São Paulo, em solo arenoso. Na região Sul, a cultura desta espécie é limitada devido à ocorrência de geadas severas (AGUIAR et al., 2011).

O *P. tecunumanii* é originada da América Central e América do Norte e adequada para reflorestamentos nas regiões tropicais brasileiras, por seu rápido crescimento, boa forma do fuste e baixa ocorrência de rabo-de-raposa (STYLES; HUGHES, 1988). A árvore pode atingir 50 m de altura e 120 cm de DAP, apresentando tronco reto, geralmente livre de galhos até 20 a 30 m de altura e a madeira é de excelente qualidade (STYLES; HUGHES, 1988). Em relação à produtividade, entre as espécies de *Pinus*, o *P. tecunumanii* é um das que apresenta maior potencial, de acordo com as observações resultantes de uma série de ensaios internacionais (MOURA; VALE, 2002).

Um programa básico de melhoramento florestal pode ser basicamente dividido em três etapas (NAMKOONG, 1979): i) a seleção de espécies; ii) a seleção de procedências dentro da espécie mais adaptada e; iii) a seleção de progênies dentro das ou da procedência mais adaptada. O melhoramento genético florestal do gênero *Pinus*, tem-se voltado principalmente, para papel, celulose de fibra longa, madeira serrada e para extração de resina (SHIMIZU; SEBBENN, 2008). Uma das vantagens do melhoramento genético do *Pinus* é o aumento das taxas de ganho genético para o caráter produção volumétrica, produção de árvores com troncos mais retos, menor número de bifurcações e menor número de galhos grossos, melhorando o aproveitamento industrial da madeira.

O objetivo deste estudo foi a seleção de espécies e procedências de *Pinus* para a região de Assis, estado de São Paulo. Os objetivos específicos foram: i) determinar qual das espécies e procedências apresentam maior adaptação e crescimento para caracteres de crescimento e sobrevivência; ii) determinar como está distribuída a variação genética para os caracteres estudados entre e dentro de espécies e procedências; iii) determinar se existem correlações fenotípicas entre caracteres de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local e delineamento experimental

O teste de espécies e procedências foi instalado em novembro de 1991 na Floresta Estadual de Assis (22° 35' S, 50° 22' O e altitude média de 562 m). Segundo a classificação de Koppen, o local da experimentação se encontra em uma zona de transição climática entre os tipos Cwa (clima temperado úmido com Inverno seco e Verão quente) e Cfa (clima temperado úmido com Verão quente). A precipitação média anual é de 1.400 mm e a temperatura média anual é de 21,8° C. O solo do local foi caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico Alico Típico A, Moderado e textura média (EMBRAPA, 2006). O teste foi instalado no delineamento experimental blocos casualizados, com tratamentos representando espécies e procedências, quatro blocos e parcelas quadradas com 49 plantas (7 x 7), no espaçamento de 3 x 2,5 m (Tabela 1). Uma bordadura dupla foi adicionada para reduzir o efeito ambiental das parcelas externas no experimento. As procedências representam um conjunto de sementes originadas de um número desconhecido de árvores matrizes, visto tal informação ser desconhecida. Em julho de 2012 (21 anos após o plantio) foram mensurados os caracteres DAP, altura total (ALT), volume real individual (VOL) e a taxa de sobrevivência (SOBRE). O VOL foi estimado pela equação:

$$VOL = \frac{1,57075(DAP/100)^2 ALT}{4},$$

**Tabela 1.** Coordenadas geográficas, altitude, temperatura média e precipitação média anual de espécies e procedências de *Pinus*.

**Table 1.** Geographic coordinates, altitude, mean annual temperature and precipitation of *Pinus* species and provenances.

Espécie/procedência	Latitude	Longitude	Altitude	Temperatura média anual	Precipitação média anual
<i>P. oocarpa</i>					
San Juan Ermita, Chiquimula	14° 33' 32" N	89° 20' 31" W	1.160 m	21,0° C	1.742 mm
San Luis Jilotepeque	14° 29' 07" N	89° 53' 10" W	850-970 m	22,3° C	1.127 mm
San Pedro Pinula	14° 39' 44" N	89° 50' 47" W	1.015 m	19,0° C	1.900 mm
<i>P. maximinoi</i>					
San Raymundo	14° 43' 00" N	90° 39' 00" W	1.585 m	19,0° C	1.333 mm
Bosque Santa Rosita	14° 33' 48" N	90° 23' 54" W	1.692 m	20,0° C	1.437 mm
<i>P. tecunumanii</i>					
Bosque San Geronimo, Salama, B.V.	15° 03' 10" N	90° 14' 10" W	1.640 m	21,5° C	1.017 mm
San Vicente, Salama, B.V.	15° 07' 20" N	90° 05' 55" W	1.610 m	19,5° C	2.280 mm

### Análise de variância e estimativas dos componentes de variância

As análises de variância foram realizadas utilizando-se o programa SAS (SAS, 1999). O teste F para os efeitos de blocos, espécies e procedências dentro de espécies foi calculado utilizando-se o procedimento GLM. As análises da variância para a estimativa dos componentes de variância foram conduzidas utilizando-se do método de REML (Restricted Maximun Likelihood) em combinação com o comando VARCOMP, devido ao desbalanceamento experimental, em termos do número desigual de procedências testadas por espécie e do número de árvores sobreviventes por parcelas. Para análise de variância e estimativa de componentes de variância, adotou-se o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = m + b_i + t_j + f_{jk} + (tb)_{ij} + (fb)_{ijk} + e_{ijkl}$$

em que,  $Y_{ijkl}$  é o valor fenotípico do  $l$ -ésimo indivíduo da  $k$ -ésima procedência da  $j$ -ésima espécie na  $i$ -ésima repetição (bloco);  $m$  é o termo fixo da média geral;  $b_i$  é o efeito fixo da  $i$ -ésima repetição;  $t_j$  é o efeito fixo da  $j$ -ésima espécie;  $f_{jk}$  é o efeito fixo da  $k$ -ésima procedência da  $j$ -ésima espécie;  $(tb)_{ij}$  é o efeito da interação entre a  $j$ -ésima espécie e a  $i$ -ésima repetição;  $(fb)_{ijk}$  é o efeito da interação entre a  $k$ -ésima procedência da  $j$ -ésima espécie na  $i$ -ésima repetição;  $e_{ijkl}$  é o efeito da  $l$ -ésima árvore dentro da  $k$ -ésima procedência da  $j$ -ésima espécie na  $i$ -ésima repetição. Este último termo inclui os efeitos do erro dentro;  $i = 1 \dots b$  ( $b$  é o número de repetições, no caso blocos);  $j = 1 \dots t$  ( $t$  é o número de espécies, no caso 3);  $k = 1 \dots f$  ( $f$  é o número de procedências dentro de espécies);  $l = 1 \dots n$  ( $n$  é o número de árvores por procedência). Da análise de variância foram decompostos os componentes

de variância:  $\phi_{\epsilon}^2$  = variância genética entre espécies;  $\phi_{p(\epsilon)}^2$  = variância genética entre procedências dentro de espécies;  $\sigma_{\epsilon}^2$  = variância da interação entre blocos e procedências dentro de espécies (variância ambiental).

**Estimativa de parâmetros genéticos**

Dos componentes de variância foi estimada a divergência genética entre espécies ( $Q_{st}$ ), entre procedências dentro de espécies ( $Q_p$ ) e dentre procedências ( $Q_d$ ):

$$Q_{st} = \frac{\phi_{\epsilon}^2}{\sigma_d^2 + \phi_{p(\epsilon)}^2 + \phi_{\epsilon}^2} e$$

$$Q_p = \frac{\phi_{p(\epsilon)}^2}{\sigma_d^2 + \phi_{p(\epsilon)}^2 + \phi_{\epsilon}^2}, e$$

$$Q_d = 1 - Q_{st} - Q_p.$$

**Correlações fenotípicas e genéticas entre caractere**

As correlações fenotípicas ( $r_{F_{XY}}$ ) e genéticas ( $r_{G_{XY}}$ ) entre as variáveis DAP, ALT e VOL foram estimadas dos valores individuais de acordo com as seguintes expressões:

$$r_{F_{XY}} = \frac{\sigma_{F_x F_y}}{\sqrt{\sigma_{F_x}^2 \sigma_{F_y}^2}} e,$$

$$r_{G_{XY}} = \frac{\sigma_{P_x P_y}}{\sqrt{\sigma_{P_x}^2 \sigma_{P_y}^2}},$$

em que:  $\sigma_{F_x F_y}$  e  $\sigma_{P_x P_y}$  são os produtos cruzados fenotípicos e genéticos das variáveis x e y, estimados das análises de covariância,  $\sigma_{F_x}^2$ ,  $\sigma_{P_x}^2$ ,  $\sigma_{F_y}^2$  e  $\sigma_{P_y}^2$  são as variâncias fenotípicas e genéticas das variáveis x e y respectivamente (FALCONER, 1987).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**Variabilidade genética**

Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre blocos pelo teste F da análise de variância para o caractere ALT, indicando que a instalação do teste no delineamento experimental de blocos ao acaso foi eficiente para controlar o ambiente (Tabela 2). Foram também detectadas diferenças significativas entre as espécies e procedências pelo teste F ( $P < 0,01$ ) para SOBRE. Logo, existe a possibilidade de seleção entre espécies e procedências dentro de espécies. Em concordância, o teste de Tukey detectou diferenças significativas a 5% de probabilidade entre as espécies para o caractere SOBRE, indicando que a média da SOBRE é significativamente maior no *P. oocarpa* do que para o *P. maximinoi* e *P. tecunumanii* (Tabela 3). Logo, o *P. oocarpa* foi a espécie mais indicada para o reflorestamento em Assis, visto a menor mortalidade. Contudo, não foram detectadas diferenças significativas entre as espécies e procedências para os caracteres de crescimento.

**Tabela 2.** Resultados do teste F da análise de variância para os quadrados médios.

**Table 2.** Results of F test for variance analysis for mean squares.

Fonte de variação	GL	DAP	ALT	VOL	SOBRE
Quadrado médio para bloco	3	7,1052	41,3785**	0,0180	0,0034
Quadrado médio para espécie	2	0,6513	10,6129	0,0100	0,0818**
Quadrado médio para procedência	4	8,0304	2,2850	0,0171	0,0039**
Coefficiente de variação experimental: $CV_e$ (%)	-	8,6	10,6	22,4	5,8

\*\*  $P < 0,01$ ; GL = graus de liberdade; DAP = diâmetro à altura do peito; ALT = altura de plantas; VOL = volume individual; SOBRE = sobrevivência.

**Tabela 3.** Médias e teste de Tukey para caracteres em espécies e procedências dentro de espécies de *Pinus*.  
**Table 3.** Means and Tukey test for traits in *Pinus* species and provenances within species.

Amostra	DAP (cm)	ALT (m)	VOL (m <sup>3</sup> /indivíduo)	SOBRE (%)
<i>P. oocarpa</i>	26,13	20,32	0,5495	73,5 <sup>a</sup>
<i>P. maximinoi</i>	26,22	19,43	0,5238	47,0 <sup>b</sup>
<i>P. tecunumanii</i>	25,70	18,22	0,4850	38,2 <sup>b</sup>
<i>P. oocarpa</i>				
San Pedro Pinula	27,57	20,36	0,6138	65,0 <sup>abc</sup>
San Luis Jilotepeque	26,20	19,90	0,5397	74,5 <sup>ab</sup>
San Juan Ermita	24,62	20,71	0,4951	81,0 <sup>a</sup>
<i>P. maximinoi</i>				
Bosque Santa Rosita	25,15	18,87	0,4679	48,5 <sup>bcd</sup>
San Raymundo	27,30	19,99	0,5796	45,5 <sup>cd</sup>
<i>P. tecunumanii</i>				
San Vicente, Salama	26,52	19,20	0,5278	33,2 <sup>d</sup>
Bosque San Geronimo	24,87	17,24	0,4421	43,2 <sup>cd</sup>

Médias de SOBRE seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. DAP = diâmetro à altura do peito; ALT = altura de plantas; VOL = volume individual; SOBRE = sobrevivência.

Comparando a média de SOBRE entre as procedências das diferentes espécies (Tabela 3), pelo teste de Tukey, não foram encontradas diferenças significativas entre as procedências da mesma espécie, apenas entre procedências de diferentes espécies (5% de probabilidade). Por exemplo, a procedência San Juan Ermita de *P. oocarpa* apresentou maior SOBRE dos que as procedências de *P. maximinoi* e *P. tecunumanii* e as procedências San Luis Jilotepeque e San Juan Ermita de *P. oocarpa* apresentaram maior SOBRE (mínimo de 74,5%) dos que as procedências de *P. tecunumanii* (máximo de 43,2%) e que a procedência San Raymundo de *P. maximinoi*. Estes resultados sugerem que existe a possibilidade de selecionar procedências de *P. oocarpa* e aumentar a produtividade de plantios na região de Assis.

Os caracteres DAP e SOBRE apresentaram coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ) menores que 10%, a ALT valor menor do que 20% e o VOL valor próximo a 20% (Tabela 2). De acordo com a classificação de Garcia (1989) para o  $CV_e$  estimado em experimentos de campo, os caracteres DAP e SOBRE foram baixos (< 10%), para ALT foi médio (< 20%) e para o VOL foi próximo a médio (22,4%). Baixos e médios valores de  $CV_e$  indicam precisão na estimativa de componentes de variância. Logo os componentes estimados para todos os caracteres foram confiáveis e apresentaram suficiente precisão experimental. O caractere VOL foi estimado pelo DAP e ALT, logo acumula os erros de mensuração de ambas as variáveis e maior valor de  $CV_e$  é esperado neste caso (TAMBARUSSI et al., 2010).

### Divergência genética entre espécies e procedências

A divergência genética entre espécies ( $Q_{st}$ ) variou entre os caracteres de zero (DAP e VOL) a 0,683 (SOBRE). Este resultado indica que a maior parte da variabilidade genética se encontra distribuída dentro das espécies, com exceção do caractere SOBRE, em que a maior parte da variabilidade genética esta entre espécies (Tabela 4). A divergência entre procedências dentro de espécies ( $Q_p$ ) variou entre os caracteres de 0,019 a 0,371 e foi menor que a divergência genética entre espécies para o DAP e VOL e dentro de procedências ( $Q_d$ ) para o DAP, ALT e VOL. Isso indica que as diferenças genéticas entre as procedências dentro das espécies para DAP e VOL são maiores do que as diferenças genéticas entre as espécies estudadas e a maior parte da variabilidade genética para os caracteres de crescimento ocorre dentro de procedências das diferentes espécies. Este resultado indica a possibilidade de se explorar esta variabilidade genética pela seleção massal dentro das procedências de diferentes espécies. Em outros termos, para os caracteres de crescimento, podem-se selecionar indivíduos superiores ou com maior crescimento dentro das procedências das três espécies. O padrão observado de distribuição da variabilidade genética neste estudo, com maior variação entre indivíduos dentro de procedências para os caracteres de crescimento esta de acordo com os estudos realizados com *Araucaria angustifolia* (SEBBENN et al., 2003; 2004), *Araucaria cunninghamii* (SEBBENN et al., 2005), *Cordia alliodora* (SEBBENN et al., 2007), *P. oocarpa* (ETTORI et al., 2002) e *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* (SEBBENN et al., 2005).

**Tabela 4.** Divergência genética entre espécies, procedências dentro de espécies e dentro de procedências de *Pinus*.  
**Table 4.** Genetic divergence among *Pine* species, provenances within species and within provenances.

Fonte de variação	DAP	ALT	VOL	SOBRE
Divergência genética entre espécies: $Q_{st}$	0,000	0,141	0,000	0,683
Divergência entre procedências dentro de espécies: $Q_p$	0,026	0,058	0,019	0,317
Divergência genética dentro de procedências: $Q_d$	0,974	0,801	0,981	-

DAP = diâmetro à altura do peito; ALT = altura de plantas; VOL = volume individual; SOBRE = sobrevivência.

### Correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres

Foram observadas correlações genéticas (0,955,  $p < 0,01$ ) e fenotípicas (0,926,  $p < 0,01$ ) positivas e significativas entre os caracteres DAPxVOL. Isso demonstra que existe a possibilidade de se selecionar indivíduos das três espécies com base em observações fenotípica no DAP e alterar indiretamente a média genética e fenotípica do VOL e obter progressos em programas de melhoramento genético. Estes resultados eram esperados, devido a outros estudos com espécies arbóreas terem mostrado forte correlação entre tais caracteres (MISSIO et al., 2004; MOURA; VALE, 2002; SEBBENN et al., 2004; 2008; FREITAS et al., 2008). Este resultado é também obvio, visto que o VOL é estimado do DAP. A seleção quando é feita em variáveis com correlações significativamente positivas resulta em ganhos genéticos indiretos, ou seja, a seleção realizada em um caractere resulta em ganho indireto em outro caractere correlacionado (SAMPAIO et al., 2000).

### CONCLUSÕES

Existem variações genéticas entre as três espécies de *Pinus* para sobrevivência;

Com base na sobrevivência, a espécie *P. oocarpa* e a mais indicada para reflorestamento comercial nas condições ambientais de Assis;

A maior parte da variabilidade genética para os caracteres de crescimento e adaptação se encontra distribuída dentro de espécies.

### AGRADECIMENTOS

A realização deste estudo foi possível graças à concessão de bolsa FAPESP à autora Francine Beatriz de Souza (processo: 2013/02826-3). Os autores são gratos ao Prof. Dr. Alan Rodrigo Panosso (Departamento de Matemática da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP) e a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daniela Sílvia de Oliveira Canuto (Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio - Economia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP), pela prévia revisão do Artigo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2013**: Ano base 2012. Brasília, 2013. 148 p. Disponível em: . Acesso em: 03 dez. 2014.

AGUIAR, A. V.; SOUSA, V. A.; FRITZSONS, E.; PINTO JR., J. E. **Programa de melhoramento de *Pinus* da Embrapa Florestas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 81 p. (Documentos, 233)

DVORAK, W. S.; GUTIÉRREZ, E. A.; GAPARE, W. J.; HODGE, G. R.; OSORIO, L. F.; BESER, C.; KIKUTI, P. *Pinus maximinoi*. In: **Conservation & testing of tropical & subtropical forest tree species by the Camcore Cooperative**. Raleigh: College of Natural Resources, 2000. p. 106-128.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

ETTORI, L. C.; SEBBENN, A. M.; SATO, A.; MORAIS, E. Teste de procedências de *Pinus oocarpa* Schiede em três locais do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 39-51, 2002.

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 279 p.

FREITAS M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES M. A. Variação Genética para caracteres quantitativos em população de *Galesia integrifolia* (Spreng). *Harms. Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 165-173, 2008.

GARCIA, C. H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1989. 12 p. (Circular técnica, 171).

KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R.; FERREIRA, M.; NICOLIELO, N. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede na região de Agudos-SP. *IPEF*, Piracicaba, n. 14, p. 77-120, 1977.

MISSIO, R. F.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T.; PAULA, R. C. Seleção simultânea de caracteres em progênes de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 66, p. 161-166, 2004.

MOURA, V. P. G.; VALE, A. T. Variabilidade genética na densidade básica da madeira de *Pinus tecunumanii* procedente do México e da América Central no cerrado. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 62, p. 104-113, 2002.

NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington: Forest Service, 1979, 342 p. (Technical Bulletin, 1588)

PERRY, J. P. **The Pines of Mexico and Central America**. Portland: Timber, 1991. 231 p.

SAMPAIO, P. T. B.; RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, A. J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2243-2253, 2000.

SAS INSTITUTE INC. **SAS Procedures Guide**. Version 8 (TSMO). Cary, 1999.

SEBBENN, A. M.; BOSCHER, D.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; SATO, A. S.; ETTORI, L. C.; MORAES, E. Results of an international, provenance trial of *Cordia alliodora* in São Paulo, Brazil at five and 23 years of age. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 56, n. 3-4, p. 110-117, 2007.

SEBBENN, A. M.; PONTINHA, A. A. S.; FREITAS, S. A.; FREITAS, J. A. Variação genética em cinco procedências de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. No Sul do estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 91-99, 2004.

SEBBENN, A. M.; PONTINHA, A. A. S.; GIANOTTI, E.; KAGEYAMA, P. Y. Genetic variation in provenance progeny test of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. in São Paulo, Brazil. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 52, n. 5-6, p. 181-184, 2003.

SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S. Variação genética em procedências e progênes de *Pinus patula* ssp. *tecunumanii* no noroeste do Estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2005.

SEBBENN, A. M.; VILAS BOAS, O.; MAX, J. C. M. Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento em teste de progênes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* aos 20 de idade em Assis-SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 103-115, 2008.

SHIMIZU, J. Y.; SEBBENN, A. M. Espécies de *Pinus* na silvicultura brasileira. In: SHIMIZU, J. Y. (Ed.). *Pinus na silvicultura brasileira*. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 49-74.

STYLES, B. T.; HUGHES, C. E. **Variabilidad de los *Pinus* centroamericanos: taxonomia y nomenclatura de los *Pinus* y otras Gimnospermas**. Honduras: CENIFA, 1988. 20 p.

TAMBARUSSI, E. V.; SEBBENN, A. M.; MORAES, M. L. T.; ZIMBACK, L.; PALOMINO, E. C.; MORI, E. S. Estimative of genetic parameters in progeny test of *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret & Golfari by quantitative traits and microsatellite markers. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 39-47, 2010.

WRIGHT, J. A.; WESSELS, A. Laboratory scale pulping of *Pinus pseudostrobus*, *Pinus maximinoi* and *Pinus patula*. **IPEF International**, Piracicaba, n. 2, p. 39-44, 1992.

Recebido em 28/01/2015

Aceito para publicação em 01/02/2016