

MELHORAMENTO DE *Pinus caribaea* NO BRASIL

Mario Luiz Teixeira de Moraes¹
 Janete Motta da Silva²
 Robson Fernando Missio³
 Anandã Virginia de Aguiar⁴

O *Pinus caribaea*, classificado no Brasil como um pinheiro tropical, possui três variedades: *caribaea*, *bahamensis* e *hondurensis*, que apresentam diferentes características morfológicas, sendo originárias da América Central, mas também ocorrem naturalmente no México, Cuba, Bahamas, Belize, Guatemala, Nicarágua e algumas outras ilhas da região. Os principais nomes comuns dados à espécie nestas localidades são: "pino de la costa, ocote blanco, pino caribe e pino caribeño de Honduras". Já na língua inglesa é chamado de "caribbean pine" ou "pitch pine". No Brasil é plantado nas zonas quentes, indo desde a Amazônia até a região sudoeste do país. De uma maneira geral a sua madeira é muito utilizada para processamento mecânico em serrarias, além de ser também muito qualificada para a extração econômica de resina e para a produção de papel e celulose (FOELKEL e FOELKEL, 2008).

A manutenção e o incremento das florestas de *Pinus* dependem em sua essência do manejo destas florestas, como também da disponibilidade de sementes melhoradas. Assim, inicialmente tentou-se alcançar estes objetivos com a importação de sementes vindas de locais que possuíam populações naturais de *Pinus*, como nos países da América Central (NASCIMENTO e KIZE, 1978). Procurando, então, diminuir esta dependência externa o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) juntamente com o Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP estabeleceram em 1977 as bases para a instalação do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais (CCGMPT), implantado em Aracruz - ES, cujo objetivo principal era a conservação de material genético e produção de sementes melhoradas de três variedades de *Pinus caribaea* (PINTO JÚNIOR et al., 1979, MARTINI e ENGEL, 1985; SANTOS et al., 1988). Dessa forma, três testes de progênies foram instalados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), UNESP, localizada em Selvíria-MS. Uma descrição sucinta destes testes é apresentada a seguir:

a) *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*: é uma espécie exótica de alto valor econômico, sendo encontrado em quase todo o Brasil. Dessa forma, estudos de variação genética, envolvendo a densidade básica da madeira (dbm) e caracteres silviculturais, são interessantes para o conhecimento da estrutura genética das populações dessa espécie. Assim, este trabalho teve os seguintes objetivos: estimar a variabilidade genética para a dbm e alguns caracteres silviculturais; verificar o efeito de um desbaste no teste de progênies e a sua interferência na estimativa de parâmetros genéticos; obter estimativas da divergência genética, a partir de técnicas de análise multivariada; fornecer subsídios para a continuidade do programa de melhoramento genético dessa espécie. O experimento foi instalado em junho de 1986, na FEPE/FEIS/UNESP – Selvíria-MS, sendo que as sementes das progênies foram cedidas pelo IPEF e CCGMPT. O delineamento experimental utilizado foi látice 10 x 10, triplo, composto por 96 progênies provenientes do CCGMPT e quatro testemunhas comerciais. As parcelas foram lineares com 10 plantas, espaçamento de 3,0 x 3,0 m. Os caracteres avaliados foram: (1) altura total; (2) diâmetro na altura do peito (DAP); (3) volume; (4) forma do fuste; (5) presença de rabo-de-raposa (*foxtail*); (6) densidade básica da madeira em nível do DAP (dbm-1) e (7) na metade da altura total da árvore (dbm-2). As avaliações foram feitas em quatro situações: A: com todas as árvores da parcela

¹Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP e bolsista do CNPq – teixeira@agr.feis.unesp.br; ²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP e bolsista da FAPESP - janetemsilva@aluno.feis.unesp.br; ³Pós-Doutorando da Universidade Federal de Viçosa e bolsista do CNPq - rfmisso@yahoo.com.br; ⁴Pesquisadora do Centro Nacional de Florestas/EMBRAPA – Colombo-PR - anandaguair@yahoo.com.br.

antes do desbaste aos 12 anos para os caracteres referentes aos itens: 2, 4 e 5; B: referente às árvores desbastadas itens: 1 a 7; C: referente às árvores remanescentes - itens: 1, 2 e 3, aos 13 anos; e D: árvores remanescentes ao desbaste, aos 14 anos - itens: 1, 2 e 3. Após a análise dos resultados verificou-se que: a) A variação genética encontrada para os caracteres analisados foi expressiva; b) O desbaste realizado abriu perspectivas para a exploração deste teste de progênies como um Pomar de Sementes por Mudas ou Clonal; c) As estimativas de herdabilidade tiveram tendência de pouca variação com o tempo; d) Constatou-se altas estimativas de correlações entre os caracteres de crescimento e praticamente nula em relação à densidade básica da madeira. A análise do coeficiente de trilha foi útil para esclarecer a natureza das correlações existentes entre os vários caracteres estudados, sendo que o volume é determinado em grande parte pelo DAP, tendo a altura uma participação secundária; e) A obtenção da distância generalizada de Mahalanobis e a separação das progênies em grupos mutuamente exclusivos, obtidos pelo método de agrupamento da otimização de Tocher, forneceram informações importantes, para futuros programas de melhoramento que utilizem: hibridação ou retrocruzamento; f) O uso do IME aplicado ao caráter DAP, na situação D, resultou em maiores ganhos do que a seleção entre e dentro de progênies. Recomenda-se, no entanto, a opção de selecionar no máximo cinco indivíduos por progênies, por permitir maiores ganhos e manter a diversidade genética próxima de uma seleção entre e dentro de progênies (MORAES, 2001);

b) *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis*: das espécies de *Pinus* consideradas promissoras para regiões tropicais do Brasil principalmente para o sudeste, o *P. caribaea* var. *bahamensis* se destaca em produtividade e qualidade da madeira. Dessa forma, o trabalho teve os seguintes objetivos: estimar o valor genético de árvores superiores de *P. caribaea* var. *bahamensis*, procedentes do CCGMPT; estimar a variabilidade genética para caracteres de crescimento: altura, DAP, volume, forma e para dbm; estimar possíveis ganhos na seleção, a partir da utilização do IME e da melhor predição linear não viciada (BLUP), visando à transformação do teste de progênies num Pomar de Sementes por Mudas e/ou o fornecimento de material para a formação de um Pomar de Sementes Clonal. O experimento está instalado desde 20/03/1990, na FEPE/FEIS/UNESP - Selvíria-MS, sendo as sementes obtidas no CCGMPT e cedidas pelo IPEF. O delineamento experimental utilizado foi o látice quadrado 11x11, sêxtuplo, parcialmente balanceado, com 119 progênies e duas testemunhas comerciais. As parcelas dispostas linearmente contêm seis plantas no espaçamento 3,0 x 3,0 m. Aos 13 anos após o plantio realizou-se um desbaste (com base no DAP), em todo o experimento, deixando-se três plantas por parcela. A coleta de dados foi realizada em quatro situações: A) antes do desbaste, 13 anos; B) árvores desbastadas, 13 anos; C) árvores remanescentes ao desbaste, 13 anos e D) um anos após o desbaste, 14 anos. Os caracteres analisados foram: a) altura de plantas (m); b) DAP (cm); c) volume ($m^3 \cdot \text{árvore}^{-1}$); d) forma do fuste das árvores; e) densidade básica da madeira, em nível do DAP e na metade da altura total da árvore ($g \cdot cm^{-3}$) e f) sobrevivência das progênies. Os resultados revelaram que: a) as progênies tiveram bom desenvolvimento para os caracteres estudados e alta variabilidade genética entre as progênies; b) o desbaste de 50% das árvores abriu grandes perspectivas para transformação do teste de progênies em pomares de sementes por mudas ou clonal; c) as estimativas de herdabilidade encontradas estão acima da média da literatura para outras coníferas; d) existem correlações genéticas altas e positivas entre os caracteres DAP e volume, e negativas e de básica magnitude entre dbm e volume; e) a análise do coeficiente de trilha preconizou a importância do DAP, por meio dos efeitos diretos e indiretos, sobre o volume; f) estudos da distância genética de Mahalanobis e o agrupamento das progênies pelo método de Tocher, forneceram informações de suma importância para programas futuros de melhoramento por hibridação (progênies mais divergentes) ou retrocruzamentos (progênies mais próximas); g) a utilização do IME, na seleção de indivíduos superiores, resultou ganhos genéticos superiores a seleção entre e dentro de progênies, porém deve-se dar preferência a seleção de no máximo cinco indivíduos de cada progênie, pois com isso há um aumento expressivo no número de progênies selecionadas, no tamanho efetivo populacional e principalmente na diversidade

genética; h) a utilização do BLUP, na seleção de indivíduos superiores, por ser ideal para dados desbalanceados, propiciou ganhos genéticos consideravelmente maiores que o IME (MISSIO, 2004).

c) ***Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea***: conhecido comumente como pinho caribenho, é uma espécie exótica, pouco exigente em solo, que pode ser amplamente cultivada em locais não aproveitados para a agricultura, pecuária, assim como para reflorestamentos. Tem crescimento rápido e produz madeira resinosa útil para a produção de madeiramento e papel. Assim, este trabalho teve os seguintes objetivos: estimar a variabilidade genética para caracteres de crescimento e a dbm em um teste de progênies de *P. caribaea* var. *caribaea*; verificar o efeito de um desbaste no teste de progênies e a sua interferência na estimativa de parâmetros genéticos; estimar possíveis ganhos na seleção, através da utilização do IME, visando à transformação do teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas e/ou fornecedor de material para a formação de um Pomar de Sementes Clonal; estimar o valor genético de árvores superiores; caracterizar, por marcadores moleculares RAPD e SSR, três grupos de indivíduos: superiores, intermediários e inferiores, selecionados pelo IME; fornecer subsídios para a continuidade do programa de melhoramento genético dessa espécie. O teste de progênies de *P. caribaea* var. *caribaea* foi instalado de 20 a 22/02/1989, na FEPE/FEIS/UNESP - Selvíria-MS. O delineamento experimental utilizado foi látice 10x10 triplo, com 99 progênies e uma testemunha comercial. As parcelas foram lineares com 10 plantas, no espaçamento 3x3m. As sementes das 99 progênies e uma testemunha comercial foram cedidas pelo IPEF-ESALQ/USP – Piracicaba, SP, e oriundas do CCGMPT. Os caracteres avaliados foram: altura total de plantas (m), DAP (cm); volume ($m^3 \cdot \text{árvore}^{-1}$); forma do fuste das árvores; dbm na altura do DAP - dbm-1, e na metade da altura da árvore - dbm-2 ($g \cdot cm^{-3}$); e sobrevivência das progênies (%). Aos 14,3 anos após o plantio foi realizado um desbaste com intensidade de 50%, e o ganho genético foi estimado pelo IME. A coleta de dados foi realizada em cinco situações: A - antes do desbaste, 14,3 anos; B - árvores desbastadas, 14,3 anos; C - árvores remanescentes ao desbaste, 14,3 anos; D - um ano após o desbaste: 15,3 anos; E - dois anos após do desbaste, 16,3 anos. Utilizando marcadores moleculares RAPD (dominante) e SSR (co-dominante), foi realizada a caracterização molecular da espécie comparando-se três grupos de indivíduos: os superiores, os intermediários e os inferiores. Após a análise dos resultados verificou-se que: a) a variação genética encontrada para os caracteres analisados foi pouco expressiva; b) o desbaste realizado abriu perspectivas para a exploração deste teste de progênies como um Pomar de Sementes por Mudas e/ou Clonal; c) as estimativas de herdabilidade apresentaram baixa magnitude e pouca variação com o tempo; d) as estimativas de correlações entre os caracteres DAP, altura e volume foram altas, e em relação à densidade básica da madeira e forma foram baixas. A análise do coeficiente de Trilha foi útil para esclarecer a natureza das correlações existentes entre os caracteres estudados, sendo que o volume é determinado em grande parte pela altura, tendo o DAP uma participação secundária; e) a obtenção da distância generalizada de Mahalanobis e o agrupamento das progênies pelo método de Tocher, forneceram informações importantes para futuros programas de melhoramento que utilizem hibridação ou retrocruzamentos; f) o uso do IME aplicado ao caráter DAP, a situação E, apresentou maiores ganhos do que a seleção entre e dentro de progênies, sendo a melhor opção de selecionar no máximo cinco indivíduos por progênies por obter maiores ganhos e manter a diversidade genética próxima de uma seleção entre e dentro de progênies; g) a caracterização com uso de marcadores moleculares constatou homogeneidade entre os grupos de indivíduos superiores, intermediários e inferiores (SILVA, 2005).

Palavras-chave: parâmetros genéticos, divergência genética, pinheiros tropicais, teste de progênies, índice multi-efeitos, programas de melhoramento, melhoramento florestal.

REFERÊNCIAS

- FOELKEL, E.; FOELKEL, C. (Coord.) **PinusLetter**. ed.6; junho 2008. Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_06.html Acesso em: 23 set. 2008.
- MARTINI, S.L.; ENGEL, V.L. **Relatório final de implantação do Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais (CCGMPT)**. Piracicaba: IPEF, 1985. 60p.
- MISSIO, R.F. **Variação genética em progênes de *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis***. Ilha Solteira, 2004. 129p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistemas de Produção, 2004.
- MORAES, M.L.T. **Variação genética e aplicação da análise multivariada em progênes de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari**. Ilha Solteira, 2001. 124p. Tese (Livre-docente) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2001.
- NASCIMENTO, J.R., KIZE, C.M. **Diagnóstico sobre sementes florestais**. In: **DIAGNÓSTICO DO SUBSISTEMA DE PRODUÇÃO FLORESTAL**. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, COPLAN, Brasília, p.123-178. 1978.
- PINTO JÚNIOR, J.E., KAGEYAMA, P.Y. JACOB, W.S. Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais - CCGMPT - Desenvolvimento do Programa. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.51, p.1-9, 1979.
- SANTOS, P.E.T., MARTINI, S.L., SANTOS, M.M.F.B. Centro de Conservação Genética e Melhoramento de Pinheiros Tropicais. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.161, p.1-5, 1988.
- SILVA, J.M. **Análises genéticas em progênes de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* por caracteres quantitativos e marcadores moleculares**. Ilha Solteira, 2005. 129p. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistemas de Produção, 2005.