

Parâmetros Genéticos da Densidade Básica da Madeira de *Pinus oocarpa*



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 212

Parâmetros Genéticos da Densidade Básica da Madeira de *Pinus oocarpa*

*Sebastião Pires de Moraes Neto
José Teodoro de Melo*

Embrapa Cerrados
Planaltina, DF
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidígal Cabral de Miranda*

Equipe de Revisão: *Fernanda Vidígal Cabral de Miranda*

Francisca Elijani do Nascimento

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto(s) da capa: *Sebastião Pires de Moraes Neto*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2008): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

M827p Moraes Neto, Sebastião Pires de.

Parâmetros genéticos da densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* / Sebastião Pires de Moraes Neto, José Teodoro de Melo.
– Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2008.

18 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 212)

1. Pinus. 2. Melhoramento genético. 3. Genética vegetal.
I. Melo, José Teodoro de. II. Título. III. Série.

634.9751 - CDD 21

© Embrapa 2008

Sumário

| | |
|------------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract | 6 |
| Introdução | 7 |
| Material e Métodos | 8 |
| Resultados e Discussão | 14 |
| Conclusões | 17 |
| Referências | 17 |

Parâmetros Genéticos da Densidade Básica da Madeira de *Pinus oocarpa*

*Sebastião Pires de Moraes Neto*¹

*José Teodoro de Melo*²

Resumo

Um ensaio com 6 procedências e 46 progênies de polinização aberta de *Pinus oocarpa* foi instalado na região do Cerrado do Distrito Federal, em 1983. As procedências incluídas no teste foram: Camotan, El Castaño, La Lagunilla e San Luiz Jilotpeque, da Guatemala, e San Marcos e Tablazon, de Honduras. O objetivo deste trabalho foi analisar os parâmetros genéticos da densidade básica da madeira (DBM) desse povoamento para obter subsídios para programa de melhoramento. Para a determinação da DBM, amostras não-destrutivas de madeira foram extraídas aos 23 anos do povoamento. Somente as progênies dentro da procedência de San Luiz mostraram aptidão para programa de melhoramento.

Termos para indexação: variabilidade genética, melhoramento, procedências, herdabilidade.

¹Engenheiro Florestal, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, spmoraes@cpac.embrapa.br

²Engenheiro Florestal, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, teodoro@cpac.embrapa.br

Genetic Parameters of *Pinus oocarpa* wood basic density

Abstract

A Pinus oocarpa trial with 6 provenances and 46 open-pollinated families was planted on Cerrado region in 1983. The provenances included in the test were: Camotan, El Castaño, La Lagunilla and San Luiz Jilotpeque from Guatemala and San Marcos and Tablazon from Honduras. The objective of this work was to analyze the genetic parameters of the wood basic density (DBM) this stand for obtaining subsidies for breeding program. For the determination of DBM, non-destructive samples of wood were extracted to 23 years of the stand. Only the progenies within the provenance of San Luiz showed aptitude for breeding program.

Index terms: genetic variability, breeding, provenances, heritability.

Introdução

Pinus oocarpa Schiede é uma importante conífera nativa do México e América Central. Sua distribuição vai de Sinaloa, México (28°10' N de latitude) até o centro da Nicarágua (12°40' N de latitude). Ele é o pinheiro mais comum da metade sul do México e da América Central. No início de 1970, durante o programa de incentivo florestal, grandes áreas de *P. oocarpa* foram estabelecidas no Brasil Central, especialmente em áreas de Cerrado (MOURA et al., 1998). Sua madeira é utilizada em laminação, particulados [aglomerado, painel de partículas orientadas (OSB), painel de partículas retangulares de comprimento e espessura controlados (waferboard)], resina e serraria (MARTO et al., 2006).

Nos programas de melhoramento, a seleção de árvores matrizes é baseada principalmente em características externas, tais como: retidão do fuste, forma da copa, inserção e espessura dos galhos, altura, diâmetro e taxa de crescimento, negligenciando-se com uma certa frequência a qualidade da madeira. Essa seleção baseada somente nas características fenológicas pode resultar em uma segunda geração com indivíduos de madeira não adequada para vários usos e finalidades (MOURA; PARCA, 1993). Entre os parâmetros que definem a qualidade da madeira, a densidade básica é um excelente indicador das propriedades mecânicas (NOGUEIRA; VALE, 1997), podendo ser obtido de amostras não-destrutivas por meio da sonda Pressler. Atualmente, existe uma grande tendência em se obter dados qualitativos da madeira por métodos acústicos, ou seja, instrumentos que emitem ondas através do tronco e pela sua ressonância dão indicativos relativos às propriedades físicas e mecânicas da madeira sem causar danos às árvores (KUMAR, 2004). Contudo, necessitam, em sua fase exploratória, do abate de algumas árvores para obter correlações.

Um dos delineamentos mais usados em um programa de melhoramento é o teste de procedência e progênie, no qual são avaliados, por exemplo, progênies de meios-irmãos, de irmãos completos ou de plantas resultantes de autofecundação (CRUZ, 2005). Os testes de

procedências e progênies fornecem subsídios genéticos importantes para a aplicação de métodos de seleção. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo verificar os parâmetros genéticos da densidade básica da madeira de um povoamento de *Pinus oocarpa* instalado na forma de procedências e progênies.

Material e Métodos

Um ensaio com 6 procedências e 46 progênies centro-americanas de polinização aberta de *Pinus oocarpa* foi estabelecido em Planaltina, Distrito Federal, em dezembro de 1983, em área de Cerrado, com latitude de 15°35' Sul, longitude 47°42' Oeste, altitude de 1.100 m e com precipitação pluviométrica média de 1.500 mm/ano, com pronunciada estação seca de quase seis meses de duração (Tabela 1). O solo onde está instalado o experimento é laterítico (oxisol), profundo, altamente lixiviado e de baixa fertilidade (Tabela 2). Na ocasião do plantio (adubação na cova) e 90 dias após (adubação de cobertura), as mudas foram fertilizadas com uma mistura de 100 g de superfosfato simples, 40 g de KCl, 3 g de bórax e 2 g de ZnSO₄. Cinquenta por cento dessa mistura foram usados em cada aplicação. Não foi realizada mais nenhuma adubação até a coleta dos dados do presente trabalho.

O experimento seguiu um delineamento experimental de blocos ao acaso, num total de nove repetições, compostos por parcelas lineares de seis indivíduos por progênie. O espaçamento utilizado foi 3 m x 3 m. As árvores do ensaio foram avaliadas aos 23 anos de idade para o parâmetro densidade básica da madeira, o qual foi determinado por amostras (baguetas), realizadas com sonda tipo Pressler, retiradas diametralmente no sentido leste-oeste. As amostras foram retiradas de 4 repetições, 3 plantas de cada uma das 46 progênies, perfazendo 552 amostras.

O cálculo da densidade básica (DB) foi efetuado conforme proposto por Smith (1954):

$$DB = \frac{1}{\frac{Psat}{Psec} - 0,346}$$

em que:

DB = densidade básica;

Psat = peso da amostra saturada;

Pseco = peso da amostra completamente seca.

Tabela 1. Informações das procedências de *Pinus oocarpa* de 23 anos instaladas em Planaltina, DF.

| Procedências | País | Elevação (m) | Latitude | Precipitação anual (mm) |
|------------------|-----------|--------------|----------|-------------------------|
| 1 - Camotan | Guatemala | 833 | 14°49' N | 926 |
| 2 - El Castaño | Guatemala | 1.130 | 15°01' N | 900 |
| 3 - La Lagunilla | Guatemala | 1.685 | 14°42' N | 936 |
| 4 - San Luiz | Guatemala | 980 | 14°37' N | 895 |
| 5 - San Marcos | Honduras | 1.120 | 13°24' N | 877 |
| 6 - Tablazon | Honduras | 1.040 | 14°09' N | 1.548 |

Tabela 2. Características químicas e texturais do solo.

| pH em água | P mg kg ⁻¹ | K | Ca | Mg | Al | H+Al | argila | silte | areia |
|------------|-----------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|--------|-------|-------|
| | | cmol _c dm ⁻³ | | | | | % | | |
| 4,6 | 0,1 | 0,11 | 0,13 | 0,06 | 0,42 | 6,13 | 48 | 20 | 32 |

A análise de variância foi realizada segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + G/P_{ij} + B_k + \varepsilon_{ij} + \delta_{ijk}$$

em que:

μ = média geral;

P_i = efeito da i-ésima procedência ($i = 1, 2, \dots, p$);

G/P_{ij} = efeito da j-ésima progênie (ou família) dentro da i-ésima procedência

($j = 1, 2, \dots, p_i$ sendo $g = \sum_{i=1}^p p_i$);

B_k = efeito do k-ésimo bloco ($j = 1, 2, \dots, r$);

ε_{ij} = efeito que mede a variação entre parcelas; e

δ_{ijk} = efeito que mede a variação dentro de parcelas

Tabela 3. Esquema da análise de variância.

| FV | GL | E(QM) | QM | F |
|--------------------|--------------|----------------------------------------------|-----------|----------------|
| Blocos | $r-1$ | $\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + ng\sigma_b^2$ | QMB | QMB/QME |
| Progênies | $g-1$ | $\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr\sigma_g^2$ | QMF | QMF/QME |
| Procedências (P) | $p-1$ | $\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr\phi_p$ | QMPc | QMPc/QME |
| Progênies/ P_1 | p_1-1 | $\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr\sigma_{g1}^2$ | QMP g_1 | QMP g_1 /QME |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| Progênies/ P_5 | p_5-1 | $\sigma_d^2 + n\sigma_e^2 + nr\sigma_{g5}^2$ | QMP g_5 | QMP g_5 /QME |
| Entre parcelas | $(r-1)(g-1)$ | $\sigma_d^2 + n\sigma_e^2$ | QME | QME/QMD |
| Dentro de parcelas | $(n-1)gr$ | σ_d^2 | QMD | |

Os parâmetros genéticos foram calculados como descritos por Cruz (2006):

i. Para efeito de procedência, são estimados:

- Componente quadrático, que expressa a variabilidade:

$$\phi_p = \frac{QMP_c - QME}{nr}$$

- Coeficiente de determinação genotípica: $h^2 = \frac{\phi_p}{QMP_c / nr}$

- Coeficiente de variação genético: $CV_g = \frac{100\sqrt{\phi_p}}{m}$

ii. Para efeito de progênies/procedências, estimam-se

- Componente de variabilidade genotípica: $\sigma_{gi}^2 = \frac{QMPg_i - QME}{nr}$

- Herdabilidade: $h_i^2 = \frac{\sigma_{gi}^2}{QMPg_i / nr}$

- Coeficiente de variação genético: $CV_{gi} = \frac{100\sqrt{\sigma_{gi}^2}}{m_i}$

iii. Para efeito de famílias (considerando todas as famílias), são estimadas:

- Variância de blocos: $\sigma_b^2 = \frac{QMB - QME}{ng}$

- Variância fenotípica entre médias de família (independentemente da procedência):

$$\sigma_f^2 = \frac{QMF}{rn}$$

-Variância fenotípica dentro de parcela:

$$\sigma_d^2 = \text{QMD}$$

- Variância ambiental entre parcelas:

$$\sigma_e^2 = \frac{\text{QME} - \text{QMD}}{r}$$

-Variância genotípica entre médias de famílias:

$$\sigma_g^2 = \frac{\text{QMF} - \text{QME}}{rn}$$

- Variância genotípica dentro de progênies:

$$\sigma_{gd}^2 = \frac{\theta_d}{\theta_e} \sigma_g^2 \text{ para famílias de meios-irmãos } \theta_d = 3/4 \text{ e } \theta_e = 1/4$$

- Variância fenotípica total:

$$\sigma_{f(\text{total})}^2 = \sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_g^2 + \sigma_b^2$$

- Herdabilidade (unidade de seleção = média de família):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\text{QMF} / n}$$

- Herdabilidade (unidade de seleção = entre plantas ou dentro da família):

$$h^2 = \frac{\sigma_{gd}^2}{\sigma_d^2}$$

- Herdabilidade (unidade de seleção = indivíduo no bloco):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{gd}^2}{\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_g^2}$$

- Herdabilidade (unidade de seleção = indivíduo no experimento):

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{gd}^2}{\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + \sigma_g^2 + \sigma_b^2}$$

- Coeficiente de variação experimental, comparável ao de blocos ao acaso, sem informação dentro da parcela:

$$CV_e \% = CV_1 = \frac{100\sqrt{QME/n}}{m}$$

- Coeficiente de variação experimental:

$$CV_e \% = CV_2 = \frac{100\sqrt{\sigma_e^2}}{m}$$

- Coeficiente de variação genético entre progênies:

$$CV_g \% = CV_3 = \frac{100\sqrt{\sigma_g^2}}{m}$$

- Coeficiente de variação genético dentro de progênies:

$$CV_g \% = CV_4 = \frac{100\sqrt{\sigma_{gd}^2}}{m}$$

- Razão CV_g/CV_e dada por:

$$CV_g / CV_e = \frac{CV_3}{CV_2}$$

$$CV_g / CV_e = \frac{CV_4}{CV_2}$$

A análise de variância de procedências e progênes foi realizada por meio do Programa Genes (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

A Tabela 4 mostra que não houve diferença significativa na densidade básica da madeira entre as progênes e as procedências. Apenas foi detectada diferença significativa entre, pelo menos, duas progênes dentro da procedência 4.

Tabela 4. Análise de variância da variável densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* aos 23 anos de idade, em Planaltina, DF.

| F.V. | G.L. | S.Q. | Q.M. | F | Probabilidade |
|-----------------|------|----------|----------|----------|---------------|
| Blocos | 3 | 0,106211 | 0,035404 | | |
| Progênes | 45 | 0,244686 | 0,005437 | 0,929881 | 100,0 |
| Procedência | 5 | 0,021013 | 0,004203 | 0,718703 | 100,0 |
| Prog/p 1 | 6 | 0,034505 | 0,005751 | 0,983466 | 100,0 |
| Prog/p 2 | 7 | 0,018911 | 0,002702 | 0,461998 | 100,0 |
| Prog/p 3 | 6 | 0,011096 | 0,001849 | 0,316273 | 100,0 |
| Prog/p 4 | 7 | 0,092256 | 0,013179 | 2,253852 | 0,0335 |
| Prog/p 5 | 7 | 0,036045 | 0,005149 | 0,8806 | 100,0 |
| Prog/p 6 | 7 | 0,03086 | 0,004409 | 0,753932 | 100,0 |
| Entre parcelas | 135 | 0,789412 | 0,005847 | | |
| Dentro parcelas | 368 | 1,441612 | 0,003917 | | |

P1 = Camotan; P2 = El Castaño; P3 = La Lagunilla; P4 = San Luiz; P5 = San Marcos; P6 = Tablazon.

Na Tabela 5, nota-se que todas as formas de herdabilidade mostraram valores nulos, ou seja, não se pode garantir que o caráter densidade básica da madeira possa ser transmitido quando se usam essas unidades de seleção. Por sua vez, a variância genética entre e dentro de progênes também foi nula, demonstrando não existir condições em se

avançar num programa de melhoramento, quando se consideram todos os indivíduos do povoamento.

Observa-se, na Tabela 6, que a variância genética, herdabilidade (h^2) e coeficiente de variação genético (CVg), a nível de médias de progênes, praticamente inexisteram nas procedências e nas progênes dentro de cada procedência, exceção feita as progênes dentro da procedência 4 (San Luiz). Amaral et al. (1977) observaram, na região de Agudos, SP, que a densidade de árvores de *Pinus oocarpa* de 6 anos tiveram média de $0,362 \text{ g cm}^{-3}$, e as de 13 anos, $0,441 \text{ g cm}^{-3}$. Moura e Parca (1993) verificaram, em quatro procedências de *Pinus oocarpa* de 12 anos, na região de Planaltina, DF, que a média da densidade foi de $0,42 \text{ g cm}^{-3}$.

Tabela 5. Parâmetros genéticos do caráter densidade básica da madeira, considerando todas as procedências e progênes, de *Pinus oocarpa* de 23 anos de idade.

| Parâmetros | Valores |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Variância entre blocos | 0,000214 |
| Variância genética entre progênes | 0,000034 |
| Variância genética dentro de progênes | -0,000103 |
| Variância fenotípica dentro de progênes | -0,003917 |
| Variância residual | 0,000643 |
| Variância total | 0,00474 |
| Herdabilidade (média de progênes) | 0,0754 |
| Herdabilidade (dentro de progênes) | -0,0262 |
| Herdabilidade (indivíduo no bloco) | -0,0302 |
| Herdabilidade (indivíduo no experimento) | -0,0288 |
| Cv experimental - $100 * \text{raiz}(qme/n) / \text{media}(cv1)$ | 8,7534 |
| Cv experimental - $100 * \text{raiz}(\text{var.amb.entre}) / \text{media}(cv2)$ | 5,029 |
| Cv genético entre progênes(cv3) | 0,0 |
| Cv genético dentro de progênes (cv4) | 0,0 |
| Cv3/cv2 | 0,0 |
| Cv4/cv2 | 0,0 |

Tabela 6. Estimativas da média, variância genética (VG), herdabilidade (h^2) e coeficiente de variação genético (CVg) para procedência e progênies dentro de procedências, para o caráter densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* de 23 anos de idade.

| Descrição | Média | VG | h^2 | CVg |
|-------------|--------|---------|--------|--------|
| Procedência | 0,5044 | -0,0001 | 0,0 | 0,0 |
| Prog/Proc 1 | 0,5124 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Prog/Proc 2 | 0,5111 | -0,0003 | 0,0 | 0,0 |
| Prog/Proc 3 | 0,5075 | -0,0003 | 0,0 | 0,0 |
| Prog/Proc 4 | 0,4979 | 0,0006 | 0,5563 | 4,9648 |
| Prog/Proc 5 | 0,5024 | -0,0001 | 0,0 | 0,0 |
| Prog/Proc 6 | 0,4964 | -0,0001 | 0,0 | 0,0 |

Decompondo a procedência de San Luiz (Tabela 7), ou seja, excluindo-se todas as outras procedências, verifica-se que a herdabilidade entre médias de progênies e o coeficiente de variação genético entre parcelas foram um tanto menores que na Tabela 6. Nessa, o quadrado médio entre parcelas (QME), do experimento como um todo, foi menor do que somente o da procedência de San Luiz (QME = 0,006509). As herdabilidades individuais (dentro de progênies, no bloco e no experimento) (Tabela 7) mostraram valores razoáveis de transmissão do caráter para novas gerações. Os quatro tipos de herdabilidades mencionados nas Tabelas 6 e 7 são usadas tanto para determinar o ganho genético como em índices de seleção (RESENDE; HIGA, 1994; CORNACCHIA et al., 1995; SHIMIZU; SPIR, 1999). No entanto, os coeficientes de variação genética entre progênies e dentro delas (Tabela 7) denotam existir uma certa variabilidade no caráter, que, com valores razoáveis de herdabilidades, podem tornar viável um programa de melhoramento tanto para densidades maiores como menores. As médias de densidade da madeira das progênies da procedência de San Luiz variaram de $0,43 \text{ g cm}^{-3}$ a $0,55 \text{ g cm}^{-3}$. Em geral, quanto maior a densidade da madeira, maior será sua resistência mecânica e, dependendo de sua magnitude, pode ser indicada para artefatos que suportem maior pressão. Por outro lado, existem materiais, como o lápis, cuja densidade, em torno de $0,38 \text{ g cm}^{-3}$, pode ser a ideal.

Tabela 7. Parâmetros genéticos da densidade básica da madeira de progênies da procedência de San Luiz de *Pinus oocarpa* de 23 anos de idade.

| Parâmetros genéticos | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| Var. blocos | -0,000058 |
| Var. genética entre progênies | 0,000556 |
| Var. genética dentro progênies | 0,001668 |
| Var. fenotípica dentro de progênies | 0,004942 |
| Var. residual | 0,000523 |
| Var. total | 0,005962 |
| Herdabilidade (us = média progênies) | 0,5061 |
| Herdabilidade (us = dentro progênie) | 0,3374 |
| Herdabilidade (us = indivíduo no bloco) | 0,3693 |
| Herdabilidade (us = indivíduo no experimento) | 0,3729 |
| Cv experimental - $100 * \text{raiz}(qme/n) / \text{media}$ (cv1) | 9,3561 |
| Cv experimental - $100 * \text{raiz}(\text{var.amb.entre}) / m$ (cv2) | 4,5915 |
| Cv genético entre (cv3) | 4,7355 |
| Cv genético dentro (cv4) | 8,2021 |

Conclusões

- Somente as progênies dentro da procedência de San Luiz (P4) mostraram aptidão para programa de melhoramento.
- Nessa procedência, existem progênies que podem ser direcionadas, em processo seletivo, tanto para densidades menores como maiores.

Referências

- AMARAL, A. C.; FERREIRA, M.; COUTO, H. T. Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. **IPEF**, Piracicaba, n. 15, p. 47-67, 1977.
- CORNACCHIA, G.; CRUZ, C. D.; PIRES, W. Seleção combinada e seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos de três espécies do gênero *Pinus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 200-212, 1995.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394 p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: UFV, 2006. 285 p.

KUMAR, S. Genetic parameter estimates for wood stiffness, strength, internal checking, and resin bleeding for radiata pine. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 34, n. 12, p. 2601-2610, 2004.

MARTO, G. B. T.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. C. H. **Indicações para escolha de espécies de pinus**. Disponível em: <http://www.ipef.br/silvicultura/escolha_pinus.asp>. Acesso em: 13 out. 2006.

MOURA, V. P. G.; PARCA, M. L. S. **Estudo comparativo entre densidade básica e penetração do pilodyn em espécies/procedências de pinus centro-americanos em três locais dos cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1993. 19 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 36).

MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S.; HODGE, G. R. Provenance and family variation of *Pinus oocarpa* grown in the Brazilian cerrado. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 109, p. 315-322, 1998.

NOGUEIRA, M. V. P.; VALE, A. T. Densidade básica da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* proveniente de cerrado: relação com a densidade básica média e variação radial e axial. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 547-554, 1997.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de Eucalyptus através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 37-55, 1994.

SHIMIZU, J. Y.; SPIR, I. H. Z. Seleção de *Pinus elliottii* pelo valor genético para alta produção de resina. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 38, p. 103-117, jan./jun. 1999.

SMITH, D. M. **Maximum moisture content method for determining specific gravity of small samples**. Madison: Forest Products Laboratory, 1954. 8 p. (FPL Report 2014).