

115

Circular
TécnicaPorto Velho, RO
Abril, 2010

Autores

Rodrigo Barros Rocha
Biólogo, D.Sc. em Genética e
Melhoramento,
rodrigo@cpafro.embrapa.br

André Rostand Ramalho
Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Rondônia

Abadio Hermes Vieira
Eng. Florestal, M.Sc.,
Embrapa Rondônia.

José Roberto Veira Júnior
Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Rondônia.

Cléber de Freitas Fernandes
Farmacêutico, D.Sc., Embrapa Rondônia.

Bruno Galvêas Laviola
Eng. Agrôn., D.Sc.,
Embrapa Agroenergia .

Adriano Ramos dos Santos
Graduando em Eng. Agron.,
Faculdades Integradas Aparício
Carvalho (FIMCA)

Júlio S. L. Teixeira Militão
Químico, PhD, Fundação
Universidade Federal de Rondônia
(UNIR), Porto Velho, RO

Quantificação da variabilidade do teor de óleo de matrizes de pinhão manso

Introdução

A utilização de matérias-primas alternativas para a produção agrícola energética possui grande potencial para diversificar o agronegócio no país, mas está associado a um risco que o produtor não pode assumir. Este risco é resultado principalmente do insipiente grau de domesticação dos novos cultivos que estão sendo aventados para a produção de óleo (ACTHEN et al., 2010; DRUMOND et al., 2010; ROCHA et al., 2008). Entre as espécies chamadas de oleaginosas alternativas, destaca-se o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), uma espécie perene, diplóide, monóica e pertencente à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona, mandioca e seringueira (LAVIOLA et al., 2010, DIAS et al., 2007).

Essa oleaginosa, espécie de importância não definida na cadeia alimentar, vem sendo considerada como uma fonte potencial de matéria-prima para a produção de biocombustíveis no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) (PLANO..., 2006). A espécie possui algumas características desejáveis que a torna interessante ao programa, tais como: potencial produtivo superior às oleaginosas tradicionais, óleo de qualidade para produção de biodiesel com possibilidade de inserção na cadeia produtiva da agricultura familiar. No entanto, por se tratar de uma espécie ainda não domesticada, limitações técnicas impedem a inserção plena do pinhão-manso na matriz energética da produção de biocombustíveis (LAVIOLA et al., 2010)

Por ser um cultivo relativamente recente, avaliações da variabilidade e do controle genético dos componentes de produção são importantes para o desenvolvimento de novos materiais. Spinelli et al. (2010), quantificaram os efeitos diretos e indiretos de características vegetativas e de qualidade da matéria-prima sobre o rendimento de óleo, tendo observado que a produtividade de grãos foi o componente de produção mais importante para o rendimento dessa oleaginosa. Heller (1996) e Ginwal et al. (2005), observaram a ocorrência de correlação positiva e de alta magnitude entre peso das sementes e teor de óleo. Rao et al. (2008), também observaram valores significativos de correlação entre o peso de sementes e o teor de óleo, de maneira similar aos resultados obtidos por Rocha et al. (2008), que quantificaram maior variabilidade no peso da amêndoa.

Considerado como um óleo de excelente qualidade para produção de biocombustíveis, a caracterização química dos componentes do óleo do pinhão-manso foi objetivo de vários trabalhos (TEIXEIRA, 1987; AKINTAYO, 2003; MARTINEZ-HERRERA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2009). No entanto, poucos trabalhos quantificaram o teor de óleo por acesso individualmente. Segundo Braga (1973) citado por Arruda (2004), as sementes de pinhão-manso apresentam uma faixa de variabilidade para teor de óleo na semente entre 25% a 40%. Outros trabalhos focaram na determinação do teor de óleo a partir de amostragens aleatórias de várias regiões, inferindo sobre o efeito ambiental nesta característica (ARRUDA et al., 2004), sendo que foram encontrados poucos trabalhos de quantificação dos componentes genéticos desta característica (KAUSHIK et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi quantificar a variabilidade genética da característica teor de óleo em pinhão-manso e o progresso genético com a prática da seleção massal em plantio homogêneo, visando avaliar a utilidade desta característica na seleção de plantas de maior potencial para a produção de óleo.

Material e Métodos

Experimento de campo

Foram caracterizadas amostras de frutos de 120 plantas selecionadas ao acaso dentro de uma população de pinhão-manso com 38 meses de cultivo em plantio localizado no Município de Ariquemes-RO (latitude 9°55'24.50S; longitude 63°7'15.58O e 142 m de altitude). O clima da região é tropical tipo Aw, quente e úmido, apresenta período seco bem definido com ocorrência de déficit hídrico nos meses de junho, julho, agosto e setembro, temperatura média anual de 25 °C, precipitação média anual de 2.354 mm e evapotranspiração média anual de 851 mm, Normais climatológicas (BRASIL, 1992). O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura muito argilosa (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo do campo experimental de Ariquemes - RO.

Prof. cm	Argila g kg ⁻¹	M.O. g Kg ⁻¹	pH em H ₂ O	P mg dm ⁻³	K cmol. dm ⁻³	Ca + Mg cmol. dm ⁻³	Al + H cmol. dm ⁻³	Al cmol. dm ⁻³	V %
0-20	630	18	4,5	0,6	0,09	1,6	4,3	0,4	31
20-40	665	18	4,2	0,6	0,08	1,4	4,0	0,6	27

Sendo: Prof: Profundidade em cm da amostra, M.O.: matéria orgânica do solo, P: fósforo extraível por Mielich1, K: potássio extraível por Mielich1, Ca + Mg: cálcio e magnésio trocáveis do solo, Al + H: acidez titulável, Al: alumínio trocável do solo, V: saturação por bases.

O espaçamento adotado no cultivo foi de 2 m x 3 m, sendo o plantio efetuado em covas com mudas de um mês de desenvolvimento formadas em sacolas plásticas de dois litros. Cada cova recebeu 100g de superfosfato simples. No segundo ano de plantio foi realizada a calagem superficial da área total com a aplicação de quatro toneladas de calcário por hectare (P.R.N.T 60%). A adubação iniciou-se a partir do segundo ano com a aplicação de 50 g de N, 60 g de P₂O₅, 40 g de K₂O em cobertura, por planta, três meses antes das principais colheitas do cultivo na região, que acontecem entre os meses de dezembro e janeiro.

Quantificação do teor de óleo

Os procedimentos de extração de óleo foram realizados com o tritramento das sementes inteiras e dos albúmens, separadamente, com quantificação gravimétrica. Ambos foram caracterizados, segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985) que compreendem umidade e cinzas. As bateladas de extrações do óleo foram realizadas utilizando duas réplicas por amostra em extrator de Soxhlet com hexano, como solvente, com um tempo de 4 horas de extração e

aproximadamente de 200g de amostra. Após a extração foram identificadas amostras que apresentaram diferença entre repetições superior a 2% do teor de óleo, que tiveram seu teor novamente quantificado em uma nova batelada.

Análises de dados

As análises foram realizadas segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + \varepsilon_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = observação da i-ésima planta na j-ésima repetição; μ = média geral do plantio; P_i = efeito fixo da i-ésima planta; ε_{ij} = erro aleatório da i-ésima planta na j-ésima repetição.

A estimativa do coeficiente de determinação genotípico baseado no peso médio das matrizes foi obtida por:

$$H^2 = \frac{\hat{\phi}_g}{\hat{\sigma}_f^2}$$

Em que: $\hat{\phi}_g$ é o componente quadrático que expressa a variabilidade genotípica, $\hat{\sigma}_f^2$ é a variância fenotípica média.

A acurácia na seleção massal é dada pela raiz quadrada do coeficiente de determinação genotípico:

$$A_c = \sqrt{\frac{\hat{\phi}_g}{\hat{\sigma}_f^2}}$$

As estimativas dos coeficientes de variação genético e experimental foram obtidas por:

$$CV_g = \frac{\sqrt{\hat{\phi}_g} \cdot 100}{\bar{x}}$$

$$CV_e = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_f^2} \cdot 100}{\bar{x}}$$

Resultados e discussão

O teor de óleo mostrou variabilidade genética significativa pelo teste F a 1% de probabilidade (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Kaushik et al., (2007), que observaram diferenças significativas no teor de óleo de 24 acessos provenientes da Índia. A ocorrência de variabilidade genética significativa entre as plantas é fundamental para o progresso genético com a prática da seleção massal e depende da contribuição significativa do efeito de planta para a expressão da característica.

Tabela 2. Estimativas do componente quadrático genotípico, intensidade de seleção, coeficiente de determinação genotípico, ganho de seleção e ganho de seleção percentual do teor de óleo.

Componentes de variância (REML)	
$\bar{\phi}_g$	0,00033
$\hat{\sigma}_e^2$	0,00008
$\hat{\sigma}_f^2$	0,000412
H^2	0,795 + -0,1642
CV_g	5,7265
CV_e	2,9048
A_c	0,94
μ	0,3160

$\bar{\phi}_g$: componente quadrático que expressa a variabilidade genotípica entre matrizes de pinhão-manso, i : intensidade de seleção, H^2 : coeficiente de determinação genotípico, GS : ganho de seleção, CV_g/CV_e : relação entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação

Os valores do coeficiente de variação indicam se a magnitude do erro experimental observado é compatível com uma boa avaliação experimental (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985). A estimativa do coeficiente de variação genética que mensura a proporção variância total devida à variação genotípica entre plantas, indicou uma expressiva predominância do componente genético no teor de óleo, o que segundo Cruz et al. (2004), caracteriza uma condição favorável para a obtenção de ganhos com a prática da seleção (Tabela 2).

A média geral do teor de óleo observada no plantio (35%) é comparável com a média de 34,5% quantificada por Heller, 1996, sendo que foram observados valores máximos e mínimos de 40,2% e 27,5%. Kaushik et al. (2007), observaram uma faixa de variabilidade entre 28,77% e 38,88%. A média, os valores de máximo e mínimo avaliados sugerem representatividade dos materiais avaliados em relação à variabilidade da característica descrita para a espécie.

Diferente das estimativas de herdabilidade obtidas a partir de efeitos aleatórios que permitem a generalização da inferência para a população, as estimativas do coeficiente de determinação genotípico permitem inferir somente em relação às matrizes avaliadas. Segundo Resende (1998) o valor do coeficiente de determinação genotípico pode ser considerado de alta magnitude ($H^2 \geq 0,60$) e preciso, uma vez que o valor de desvio padrão observado é inferior a 20% do valor da estimativa (Tabela 2). Dois critérios foram considerados para a seleção massal, a intensidade de seleção e o número efetivo. O ganho genético é inversamente proporcional à intensidade de seleção que quantifica o número de indivíduos selecionados (CRUZ et al., 2004). Segundo Resende (2002), uma das estratégias para seleção de

matrizes é determinar o número mínimo de plantas que permita maximizar o limite inferior do intervalo de confiança do ganho genético corrigido para endogamia.

A maximização do limite inferior do intervalo de confiança do ganho genético corrigido para endogamia ocorreu com a seleção das seis melhores plantas. A nova média prevista com a seleção destes indivíduos é de 38,5%; valor este, 10% superior à média do experimento (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito genotípico na expressão da característica teor de óleo. As plantas que foram selecionadas estão identificadas com um asterisco (*).

Ordem	g	u + g	Ganho	Nova Média	Ganho (%)
1*	0,0513	0,402	0,07	0,402	0,15
2*	0,040	0,391	0,0658	0,396	0,13
3*	0,0387	0,3893	0,0568	0,394	0,12
4*	0,0277	0,3783	0,0495	0,390	0,11
5*	0,025	0,3757	0,0446	0,387	0,10
6*	0,0241	0,3748	0,0412	0,385	0,10
7	0,0241	0,3748	0,0388	0,384	0,09
8	0,0193	0,3699	0,0363	0,382	0,09
9	0,0193	0,3699	0,0344	0,381	0,09
10	0,0189	0,3695	0,0329	0,379	0,08
11	0,0171	0,3677	0,0314	0,378	0,08
12	0,0166	0,3673	0,0302	0,377	0,08
13	0,0162	0,3668	0,0291	0,377	0,07
14	0,0153	0,366	0,0281	0,376	0,07
15	0,0149	0,3655	0,0273	0,375	0,07
16	0,0144	0,3651	0,0265	0,375	0,07
17	0,0144	0,3651	0,0258	0,374	0,07
18	0,014	0,3646	0,0251	0,374	0,07
19	0,014	0,3646	0,0245	0,373	0,06
20	0,014	0,3646	0,024	0,373	0,06
21	0,0136	0,3642	0,0235	0,372	0,06
22	0,0127	0,3633	0,023	0,372	0,06
23	0,0127	0,3633	0,0226	0,371	0,06
24	0,0122	0,3629	0,0221	0,371	0,06
25	0,0118	0,3624	0,0217	0,371	0,06
26	0,0114	0,362	0,0213	0,370	0,06
27	0,0114	0,362	0,0209	0,370	0,06
28	0,0114	0,362	0,0206	0,370	0,05
29	0,0109	0,3615	0,0203	0,369	0,05
30	0,0105	0,3611	0,0199	0,369	0,05

g: valor genotípico, u: média geral do plantio.

Além deste critério também foi considerado as vantagens de se trabalhar com maior número de indivíduos para assegurar um número efetivo mínimo, que permita a realização de cruzamentos e maior eficiência nas etapas seguintes de seleção. Se Ginwal et al. (2005), observaram uma correlação significativa entre o peso das sementes e o teor de óleo, não existem correlações descritas entre estas características e a produtividade de grãos por árvore. Desta forma, a seleção deve conservar a variabilidade de outras características visando à obtenção de plantas com superioridade no peso de sementes, teor de óleo e produtividade. Alguns autores sugerem que o número efetivo mínimo de 30 deve ser mantido no estabelecimento de unidades de recombinação em plantas perenes e essências florestais (RESENDE, 2002). Neste contexto, as seis plantas de teor diferenciado de

óleo foram selecionadas para recombinação com plantas de produção superior considerando a manutenção deste número efetivo mínimo.

Tendo em vista o insipiente grau de domesticação deste cultivo que limita as estratégias de seleção, teor de óleo mostrou-se como um dos componentes de produção com variabilidade genética para ser explorado na recombinação visando associar o rendimento de óleo e produtividade superior.

Conclusões

O maior efeito de genótipo indica que o teor de óleo é uma característica que deve ser explorada visando a obtenção de plantas com superioridade no rendimento de óleo por árvore.

A variabilidade do teor de óleo subsidia o progresso genético com a seleção massal para esta característica.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio dado ao projeto “Desenvolvimento de tecnologia para a produção agrícola energética no Estado de Rondônia”.

Referências

- ACTHEN, W.M.J.; NIELSEN L.R.; LENGKEEK A.G.; KJAER E.D.; TRABUCCO A.; HANSEN J.K.; MAES W.H.; GRAUDAL L.; AKINIFESI F.K.; MUYS B. Towards domestication of *Jatropha curcas*. *Biofuels*, v. 1, n. 1, p. 91-107, 2010
- AKINTAYO, E.T. Characteristics and composition of *Parkia biglobbosa* and *Jatropha curcas* oils and cakes. *Bioresource Technology*, Essex, v. 92, Issue 3, p. 307-310, 2003.
- ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L.S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas*) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799, 2004.
- NORMAIS climatológicas (1961-1990). Brasília, DF: Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v. 1. 480 p.
- DIAS, L.A. dos S.; LEME, L.P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O L.; DIAS, D C F S.; CARVALHO, M.; MANFIO, C E.; SANTOS, A S. dos; SOUSA, L.C.A. de; OLIVEIRA, T.S. de; PRETTI, L.A. **Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível**. Viçosa, MG: L. A. S. Dias, 2007. 40 p.
- DRUMOND, M.A.; SANTOS, C.A.F.; OLIVEIRA, V. R. de; MARTINS, J.C.; ANJOS, J.B. dos; EVANGELISTA, M.R.V. Desempenho agrônômico de genótipos de pinhão manso no semiárido pernambucano. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 44-47, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 28 jun. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782009005000229.
- GINWAL, H.S.; PHARTYAL, S.S.; RAWAT, P.S.; SRIVASTAVA, R.L. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* in Central India. *Silvae Genetica*, v. 54, n. 2, p. 76-80, 2005. Disponível em: <http://www.bfafh.de/inst2/sg-pdf/54_2_76.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2010.
- HELLER, J. **Physic nut (*Jatropha curcas*): promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1996. 66 p.
- PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1. 533 p.
- KAUSHIK, N.; KUMAR, K.; KUMAR, S.; KAUSHIK, N.; ROY, S. Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha (*Jatropha curcas* L.)* accessions. *Biomass and Bioenergy*, Oxford, v. 31, p. 497-502, 2007.
- LAVIOLA, B.G.; DIAS, L.A. dos S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 28 jun. 2010. doi: 10.1590/S0100-06832007000600021
- MARTINEZ-HERRERA, J.; SIDDHURAJU, P.; FRANCIS, G. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Food Chemistry*, Chicago, v. 96, p. 80-89, 2006.
- OLIVEIRA, J.S.; LEITE, M.P.; SOUZA, L.B.; MELLO, V.M.; SILVA, E.C.; RUBIM, J.C.; MENEGHETTI, S.M.P.; SUAREZ, P.A.Z. Characteristics and composition of *Jatropha gossypifolia* and *Jatropha curcas* L. oil and application for biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*, Oxford, v. 33, n. 3, p. 449-453, 2009.
- PLANO Nacional de Agroenergia 2006-2011. 2. ed. rev. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Embrapa, Secretaria de Gestão Estratégica, 2006. 110 p.
- RAO, G.R., KORWAR G.R., SHANKER, A.K., RAMAKRISHNA, Y.S. Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions. *Trees: Structure and Function*, New York, v. 22, p. 697-709, 2008.
- RESENDE, M.D.V. de; MORA, A.L.; HIGA, A.R.; PALUDZYSZYN FILHO, E. Efeito do tamanho amostral na estimativa da herdabilidade em espécies perenes. *Floresta*, Curitiba, v. 28, n. 1/2, p. 51-63, jun./dez. 1998. Publicado em 2000.
- RESENDE, M.D.V. de **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.
- ROCHA, R.B.; RAMALHO, A.R.; MARCOLAN, A.L.; HOLANDA FILHO, Z.F.; SPINELLI, V.M.; SILVA, F. C.G. da. **Avaliação da variabilidade do peso médio de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas*)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008. 14 p. (Embrapa Rondônia. Circular Técnica, 104).
- SPINELLI, V.M.; ROCHA, R.B.; RAMALHO, A.R.; MARCOLAN, A.L.; VIEIRA JUNIOR, J.R.; FERNANDES, C. de F.; MILITÃO, J.S.T.; DIAS, L. A. dos S. Componentes primários e secundários do rendimento de óleo de pinhão-manso. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n.8, p. 1752-1758, 2010.
- TEIXEIRA, J.P.F. Teor de composição do óleo de *Jatropha curcas* spp., *Bragantia*, Campinas, v.46, n.1, p. 151-157, 1987. doi: 10.1590/S0006-87051987000100017.

**Circular
Técnica, 115**

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Rondônia
BR 364 km 5,5, Caixa Postal 127,
CEP 76815-800, Porto velho, RO.
Fone: (69)3901-2510, 3225-9384/9387
Telefax: (69)3222-0409
www.cpafro.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2010): 100 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: *Cléberson de Freitas Fernandes*
Secretária: *Marly de Souza Medeiros*
Membros: *Abadio Hermes Vieira*
André Rostand Ramalho
Luciana Gatto Brito
Michelliny de Matos Bentes-Gama
Vânia Beatriz Vasconcelos de Oliveira

Expediente

Normalização: *Daniela Maciel*
Revisão de texto: *Wilma Inês de França Araújo*
Editoração eletrônica: *Marly de Souza Medeiros*