

Pinhão-manso na Embrapa Agroenergia

Bruno Galvêas Laviola¹
Alexandre Alonso Alves²
Adilson Kenji Kobayashi³
Eduardo Fernandes Formighieri⁴

Situação atual do pinhão-manso no Brasil e no mundo

Descrição da Cultura

O pinhão-manso (*Jatropha curcas*L.) é uma espécie perene, monóica, pertencente à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona (*Ricinus* sp.), mandioca (*Manihot* sp.) e seringueira (*Hevea* pp.). É um arbusto de crescimento rápido, caducifólico, que pode atingir mais de 5 m de altura e que vegeta espontaneamente em diversas regiões do Brasil. Os frutos são do tipo cápsula ovóide, com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, trilocular, contendo via de regra 3 sementes, sendo uma semente por lóculo. As sementes têm de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e 1 a 1,3 cm de largura, apresentam teor de óleo variando entre 33 e 38 % e representam entre 53 a 79% do

peso do fruto. (DIAS et al., 2007; DHYANI et al., 2011).

Embora várias evidências indiquem que o pinhão-manso não é originário do Brasil (ROSADO et al., 2010), a planta vegeta espontaneamente em diversas regiões do país há muito tempo. No passado, o óleo de pinhão-manso foi utilizado para produção de sabão caseiro, para iluminação, em lamparinas e candeeiros e na iluminação pública de cidades por ser um óleo sem cheiro e que queima sem fazer fumaça. Historicamente as plantas de pinhão-manso vêm sendo plantadas visando também o controle de erosão, a recuperação de áreas degradadas, na contenção de encostas e de dunas, e ao longo de canais, rodovias, ferrovias, como cerca viva em divisas internas ou nos limites de propriedades rurais (SATURNINO et al., 2005; DURÃES et al., 2012).

¹ Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal), pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, bruno.laviola@embrapa.br

² Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, alexandre.alonso@embrapa.br

³ Biólogo, doutor em Biotecnologia, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, adilson.kobayashi@embrapa.br

⁴ Engenheiro agrônomo, doutor em Biologia Funcional e Molecular, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, eduardo.formighieri@embrapa.br

O pinhão-manso apresenta potencial de rendimento de grãos superior às oleaginosas tradicionais, bem como características físico-químicas de óleo favoráveis a produção de biodiesel (DURÃES et al., 2012). Pesquisa com plantas selecionadas têm confirmado o potencial de rendimento na idade adulta superior a 1.500 kg/ha de óleo (DRUMOND et al., 2010; ROCHA et al., 2012). O teor de óleo nos grãos tem variado entre 30 e 40 %, sendo afetado por fatores ambientais e ocorrência de pragas e doenças (FREITAS et al., 2011).

A oleaginosa possui, também, outras características interessantes para produção de biodiesel, por ser espécie perene que não necessita de renovação anual de plantio e uma cultura não alimentar que não apresenta concorrência direta com a agricultura de alimentos. Os espaçamentos adotados para produção permitem o cultivo de culturas intercalares na fase inicial de estabelecimento, permitindo o múltiplo uso da terra; opção potencialmente interessante para agricultura familiar; e para diversificação das atividades agrícolas tradicionais como mais uma alternativa de renda. Devido ao seu vigoroso crescimento e desuniformidade de maturação de frutos, trata-se de uma cultura pouco mecanizável e altamente dependente de mão-de-obra que gera emprego no campo (LAVIOLA et al., 2010b; LAVIOLA; ALVES, 2011). Apesar das potencialidades do cultivo de pinhão-manso, a espécie ainda está atualmente em processo de domesticação. Existem diversos desafios de pesquisa e desenvolvimento a ser superados, como a falta de cultivares comerciais, definição de práticas agrícolas, desuniformidade na maturação dos frutos e uso econômico da torta (DURÃES et al., 2012).

Apesar de ser considerada uma planta rústica adaptada a condições edafoclimáticas marginais, o pinhão-manso necessita da aplicação de tecnologias de cultivo (adubação, controle de pragas e doenças, práticas de manejo, etc) para apresentar níveis de produção de frutos que o torne interessante para a produção de biodiesel. A planta tolera condições de cultivo com baixo nível tecnológico, mas, neste caso, a produtividade é reduzida, o que pode inviabilizar economicamente o seu cultivo.

Histórico da cultura no Brasil

O interesse comercial no cultivo de pinhão-manso no Brasil iniciou-se com grande força a partir do ano de 2006, coincidindo com início do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (DURÃES et al., 2012). Na busca por fontes alternativas de matérias-primas o pinhão-manso foi apontado precocemente como uma cultura para atender a produção de óleo em diversas regiões do Brasil, inclusive em regiões semiáridas e/ou de solos de baixa fertilidade (SATURNINO et al., 2005; DIAS et al., 2007). Na ocasião, como havia poucos estudos com a espécie, o potencial de rendimento do pinhão-manso foi estimado a partir de plantas adultas e isoladas, que produziam mais de 20 kg de grãos por árvore, sendo assim superestimado para condições de cultivo adensado. Movido por informações equivocadas de que o cultivo de pinhão-manso prometia alta rentabilidade, houve em diversos países de clima tropical um grande investimento na cultura, chegando ao plantio de mais de 42.000 ha no Brasil. Como era esperada, boa parte desses plantios não teve continuidade até que atingissem o estágio adulto e, em levantamentos mais recentes pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), se verificou uma área remanescente inferior a 25.000 ha plantados com pinhão-manso .

Os abandonos de plantios e os baixos rendimentos computados até agora são resultantes principalmente da mistura de material propagativo, uma vez que se nota alta variação entre plantas do mesmo estande (ROCHA et al., 2012). Somado ao plantio de materiais geneticamente desconhecidos, os plantios iniciais foram implantados sem critérios agronômicos mínimos, carreados por inúmeras notícias na internet de que a oleaginosa era uma planta que não necessitava de práticas culturais e controle de insetos e doenças (LAVIOLA, 2011). Além disso, devido à frustração quanto às safras nos primeiros anos (que é baixa, já que a planta está em fase de crescimento), muitos produtores abandonaram os plantios comerciais antes que as plantas atingissem a fase adulta (5 a 6 anos).

Interesse mundial em pinhão-manso

Em vários países do mundo, como Cabo Verde, Índia, China, México, Guatemala, Colômbia e Argentina, o pinhão-manso vem sendo foco de pesquisas para produção de óleo, com investimento público e privado. Em Cabo Verde, a empresa D1 desenvolve pesquisas com pinhão-manso com caracterização de banco de germoplasma, desenvolvimento de cultivares não tóxicas e validação de sistema de produção. Em outros países da África há investimento privado em empreendimentos e em pesquisas locais. Na Índia existem diversos trabalhos com caracterização molecular de pinhão-manso, em que foi constatado que o pinhão-manso disperso na Índia e em outros países apresenta base genética estreita. No México e na Colômbia existem ações visando à coleta de germoplasma e implantação de bancos de germoplasma. Recentemente a empresa SG Biofuels iniciou um forte investimento em pinhão-manso, tendo implantado quatro campos de melhoramento genético na Guatemala e um centro de genômica em San Diego, Estados Unidos.

Avanços obtidos nos últimos anos

Nos últimos anos um grande volume de conhecimento em pinhão-manso foi gerado no mundo. Em consulta a base de dados do *Web of Science* verifica-se que nos últimos 4 anos a produção científica é crescente, tendo sido indexado aproximadamente 100, 150, 200 e 300 artigos científicos nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, respectivamente.

Foi realizada recentemente uma pesquisa com diversos pesquisadores do projeto BRJATROPHA buscando avaliar a geração de conhecimento nos últimos anos nas diversas áreas da cadeia de produção de pinhão-manso. Nesta avaliação, os pesquisadores deram notas de 1 a 5, de acordo com o nível de conhecimento gerado e considerou-se que, acima de 3, o conhecimento gerado já é possível de ser transferido e abaixo de 3, mais pesquisas são necessárias. Com este estudo foi possível identificar as áreas cujo conhecimento mais evoluiu nos últimos anos e em quais áreas da cadeia produtiva as pesquisas devem concentrar esforços. Os resultados da pesquisa podem ser visualizados na Figura 2.

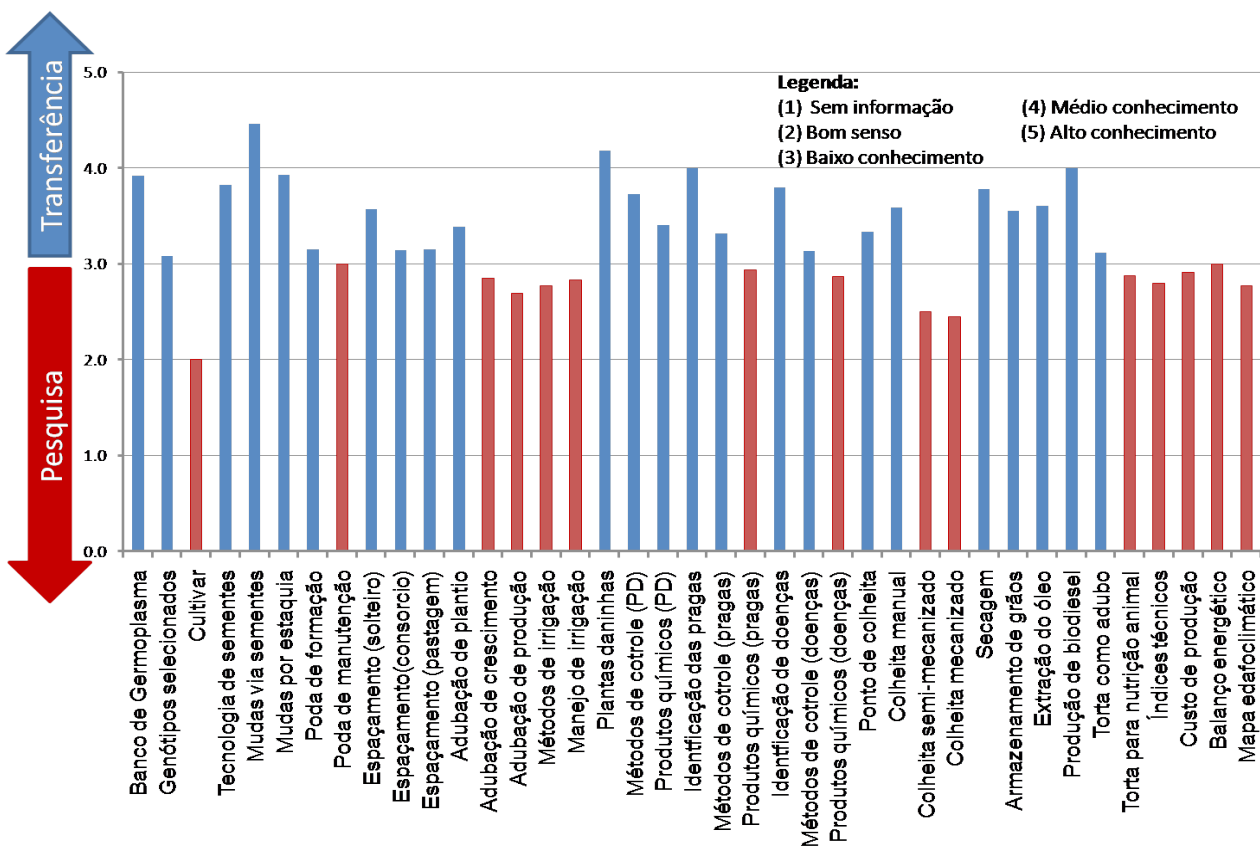


Figura 2. Avaliação da geração de conhecimento nos diversos seguimentos da cadeia de produção de pinhão-manso entre os anos de 2007 a 2011.

Principais resultados da pesquisa:

Resultados recentes vêm confirmando o potencial de rendimento do pinhão-mansô para produção de biodiesel, com ampla variação biológica para produção de grãos e óleo. Em avaliações de campo tem se encontrado genótipos com rendimentos superiores a 1.500 kg/ha de óleo, o que corresponde a três vezes a produtividade de óleo da soja (Tabela 1) (DRUMOND et al., 2010; ROCHA et al., 2012).

Recursos genéticos e melhoramento

Dentre as ações chave deste projeto está a constituição do banco de germoplasma com ampla base genética, que possui atualmente mais de 220 acessos e que encontra atualmente com 36 meses de idade (Figura 3). Estudos de diversidade genética utilizando marcadores moleculares (RAPD e SSR) revelaram que os acessos de pinhão-mansô originados do Brasil apresentam ancestralidade comum (estreita base genética), sendo importante o enriquecimento do banco de germoplasma com

procedências do centro de origem (América Central) (ROSADO et al., 2010; SILVA-JUNIOR et al., 2011)

Apesar da existência de baixa diversidade genética, a caracterização fenotípica tem revelado a existência de variabilidade genética para diversos caracteres quantitativos de interesse ao programa de melhoramento, tais como produção e peso de grãos, porte, teor de óleo, arquitetura de plantas, resistência a oídio, entre outras características (LAVIOLA et al., 2010; DURÃES et al., 2012; GURGEL et al., 2011; LAVIOLA et al., 2011; BHERING et al., 2012; LAVIOLA et al., 2012a; LAVIOLA et al., 2012b; ROCHA et al., 2012; BHERING et al., 2013). Estudos preliminares de ganho genético predito têm apontado o potencial de ganho acima de 90 % na produção com a seleção precoce. Além disso, foram identificados na coleção de germoplasma acessos que não possuem ésteres de forbol nos grãos, que podem ser fonte de variabilidade genética para o desenvolvimento de cultivares comerciais não tóxicas, cuja torta, que é rica em proteína, possa ser usada na nutrição animal (maior valor econômico).

Tabela 1. Produtividade potencial de pinhão-mansô em diferentes condições de manejo e regiões de cultivo.

Produção dos 10 melhores Genótipos (kg/ha de grãos)	Óleo Potencial (kg/ha)	Idade	Espaçamento	Estado	Fonte
3.919 a 9.895	1.300 a 3.400	6	3 x 1	RS	Sergio Delmar dos Anjos e Silva, CPACT
2.550 a 4.519	890 a 1.580	5	3 x 2	RO	Rodrigo Rocha, CPAFRO
2.835 a 4.395	990 a 1.500	5	3 x 2	PE	Marcos Drumond, CPATSA
2.456 a 2.673	850 a 930	3,5	4 x 2	DF	Bruno Laviola, CNPAE



Figura 3. Banco de germoplasma de pinhão-mansô aos 36 meses de plantio.

Sistema de produção

Pesquisas para validar sistemas de produção para pinhão-manso têm sido desenvolvidas em diversas regiões do Brasil. As ações são embasadas em conhecimentos básicos de ecofisiologia e da fenologia para melhor adequar os diferentes ambientes às necessidades de cultivo do pinhão-manso. Estudos com propagação sexual e assexuada, sistema de plantio, espaçamentos para cultivo solteiro e consorciado têm sido desenvolvidos e já possuem resultados parciais e conclusivos. Curvas de acúmulo de nutrientes estão sendo determinadas e doses de fertilizantes testadas para se conhecer a exigência nutricional do pinhão-manso. Por meio de resultados parciais tem-se verificado que a correta fertilização das plantas de pinhão-manso contribui para aumentar em até 300 % a produção de grãos, quando comparado com plantas não fertilizadas. As podas de formação e manutenção (poda alta) têm se apresentado como técnica de manejo promissora para uniformizar o plantio e aumentar a produção de frutos. Diversas pragas, doenças e plantas daninhas da cultura já foram identificadas e as pesquisas buscam o estabelecimento de manejos integrados de controle com eficiência e menor custo possível.

Para a colheita de frutos, cuja maturação é desuniforme, a pesquisa tem buscado alternativas para concentrar e uniformizar a colheita, bem

como, adaptar derriçadeiras costais e máquinas colheitadeiras que são comumente utilizadas em outras culturas, como por exemplo, na colheita do café, visando aumentar rendimento e diminuir custo de colheita (Figura 4).

Aproveitamento econômico da torta

A torta, resultante da extração do óleo das sementes de pinhão-manso, constitui excelente adubo orgânico, rico em nitrogênio, fósforo e potássio, sendo também uma potencial fonte protéica para o suplemento para animais (maior valor econômico). No entanto, a presença de fatores limitantes tóxicos, alergênicos e antinutricionais, sendo os ésteres de forbol os principais componentes tóxicos, restringem o uso da torta para nutrição animal. Processos físicos, químicos e biológicos isolados e combinados estão sendo testados, tendo algumas combinações de tratamento causado redução acima de 90% no teor de ésteres de na torta. Outra estratégia que tem sido abordada é a genética, pela exploração da variabilidade genética para ausência de ésteres de forbol nos grãos. Resultados parciais da substituição do farelo de soja por torta originada de pinhão-manso não tóxico (sem ésteres de forbol nos grãos) na suplementação de carneiros foram promissores, não causando danos aos animais tratados (DURÃES et al., 2009; GONÇALVES et al.,



Colheita manual



Colheita semimecanizada



Colheita mecanizada



Limpeza de grãos

Fotos: Bruno Laviola

Figura 4. Sistema de colheita em pinhão-manso

2009; MENDONÇA; LAVIOLA, 2009; DURÃES et al., 2012; LAVIOLA et al., 2011)

Estudos sócio-econômico-ambientais

Há ações paralelas de pesquisa que desenvolvem estudos de cenários da cadeia produtiva do pinhão-manso, de impactos econômicos, sociais e ambientais, de viabilidade e sustentabilidade, de ciclo de vida, de balanço energético e de crédito de carbono. Com os resultados destes estudos espera-se obter índices técnicos confiáveis e informações sobre a viabilidade econômica, social e ambiental do cultivo de pinhão-manso para atender ao mercado de biodiesel em curto, médio e longo prazo nas diversas regiões do Brasil onde há iniciativas (ou potencial) de cultivo comercial. Aplicando-se o conceito de ciclo de vida, sistemas de produção com diferentes níveis tecnológicos estão em avaliação, cujos resultados contribuirão para melhoria ambiental e econômica do cultivo de pinhão-manso no Brasil.

Demandas do setor privado

- Cultivares de pinhão-manso com produção de grãos acima 5.000 kg/ha de grãos, não tóxicos e tolerante a doenças;
- Biofábricas para propagação;
- Sistema de cultivo desenvolvido/validado (densidade, adubação, podas, pragas, doenças, colheita);
- Produção de bioquerosene a partir do óleo de pinhão-manso;
- Análise de viabilidade econômica;
- Análise do ciclo de vida;
- Método de destoxificação;
- Zoneamento agroclimático para pinhão-manso; e
- Métodos mais rápidos e confiáveis para análise de componentes tóxicos e óleo.

Linhas temáticas a serem pesquisadas

Considerando os resultados de pesquisas atuais e os problemas da cultura levantados, sugere-se que os próximos projetos de pesquisas foquem as seguintes linhas temáticas:

- Fortalecimento de Rede de Pesquisa;
- Enriquecimento da diversidade genética;
- Programas de melhoramento e avaliação de materiais genéticos;
- Investimento em técnicas avançadas de genética e genômica;
- Adaptação de sistemas de cultivo;
- Aproveitamento dos coprodutos; e
- Análise de custo de produção e ciclo de vida.

Conclusões

O pinhão-manso foi apontado prematuramente pelo setor privado como opção de matéria-prima para produção de biodiesel, o que resultou em frustrações por falta de conhecimento para o cultivo da planta (cultivares e sistema de produção). Ainda existem diversos desafios relacionados ao sistema de produção que devem ser superados pela pesquisa para que o cultivo seja economicamente viável. Além dos problemas agrônômicos, a pesquisa deve buscar soluções para a diversificação de mercado para os produtos e coprodutos do cultivo de pinhão-manso (biodiesel, bioquerosene, nutrição animal, fertilizantes orgânicos, briquetes, lubrificantes, ...).

Pesquisas recentes apontam potencial do pinhão-manso para a produção de biocombustíveis, sendo estimadas produtividade de óleo entre 1.200 a 1.500 kg/ha a partir do 4º ano de cultivo.

É preciso ter consciência que o pinhão-manso é uma espécie perene e que é preciso tempo para que haja resultados conclusivos. O pinhão-manso é uma planta perene e de ciclo longo, necessitando de pelo menos 6 a 8 anos de avaliação em campo para concluir os experimentos. Cabe registrar que este projeto corresponde ao primeiro ciclo de pesquisa com esta oleaginosa e estima-se que sejam necessários 2 a 3 ciclos (12 a 18 anos) para tornar o pinhão-manso uma matéria-prima competitiva para a produção de biodiesel.

As instituições de pesquisa devem continuar a busca e a viabilização de soluções para a consolidação de novas matérias-primas para produção de biocombustíveis.

Referências

- BHERING, L. L.; BARRERA, C. F.; ORTEGA, D.; LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; ROSADO, T. B.; CRUZ, C. D. Differential response of *Jatropha* genotypes to different selection methods indicates that combined selection is more suited than other methods for rapid improvement of the species. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 41, p. 260-265, 2013.
- BHERING, L. L.; LAVIOLA, B. G.; SALGADO, C. C.; SANCHEZ, C. F. B.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A. Genetic gains in physic nut using selection indexes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 3, p.402-408, 2012.
- DHYANI, S. K.; KUMAR, R. V.; AHLAWAT, S. P. *Jatropha curcas*: a potential biodiesel crop and its current R&D status. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 81, n. 4, p. 295-308, 2011.
- DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. **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.; DE OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; DOS ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Agronomic performance of different genotypes of physic nut in the semi-arid zone of Pernambuco state. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 44-47, 2010.
- DURAES, F. O. M.; LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A. Potential and challenges in making physic nut (*Jatropha curcas* L.) a viable biofuel crop: the Brazilian perspective. **CAB Reviews**, v. 7, n. 43, p. 1-8, 2012.
- DURÃES, F. O. M.; LAVIOLA, B. G.; SUNDFELD, E.; MENDONCA, S.; BHERING, L. L. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação em pinhão-mansão para produção de biocombustíveis**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2009. 27 p. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 001).
- FREITAS, R. G.; MISSIO, R. F.; MATOS, F. S.; RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Genetic evaluation of *Jatropha curcas*: an important oilseed for biodiesel production. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 3, p. 1490-1498, 2011.
- GONCALVES, S. B.; MENDONCA, S.; LAVIOLA, B. G. **Substâncias tóxicas, alergênicas e antinutricionais presentes no pinhão-mansão e seus derivados e procedimentos adequados ao manuseio**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2009. 5 p. il. (Embrapa Agroenergia. Circular técnica, 001).
- GURGEL, F. de L.; LAVIOLA, B. G.; SILVA, D. M. da; KOBAYASHI, A. K.; ROSADO, T. B. Phenology and biometry of physic nut in the Brazilian Savannah. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1122-1131, nov./dez. 2011.
- LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A. Matérias-primas oleaginosas para biorrefinarias. In: VAZ JUNIOR, S. (Ed.). **Biorrefinarias: cenários e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2011. p. 29-43.
- LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; GURGEL, F. D.; ROSADO, T. B.; COSTA, R. D.; ROCHA, R. B. Estimate of genetic parameters and predicted gains with early selection of physic nut families. **Ciencia e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, p. 163-170, 2012a.
- LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; GURGEL, F. D.; ROSADO, T. B.; ROCHA, R. B.; ALBRECHT, J. C. Estimates of genetic parameters for physic nut traits based in the germplasm two years evaluation. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 429-435, 2012b.
- LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; MENDONCA, S.; ROSADO, T. B.; ALBRECHT, J. C. Morpho-agronomic characterization of the germplasm bank of *Jatropha* young stage. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 371-379, 2011.
- LAVIOLA, B. G.; ROSADO, T. B.; BHERING, L. L.; KOBAYASHI, A. K.; RESENDE, M. D. V. Genetic parameters and variability in physic nut accessions during early developmental stages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 10, p. 1117-1123, 2010.
- MENDONCA, S.; LAVIOLA, B. G. **Uso potencial e toxidez da torta de pinhão-mansão**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2009. 8 p. (Embrapa Agroenergia. Comunicado técnico, 001).
- ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; TEIXEIRA, A. L.; LAVIOLA, B. G.; DA SILVA, F. C. G.; MILITAO, J. S. L. T. Selection efficiency for increasing physic nut oil content. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, p. 44-50, 2012.
- ROSADO, T. B.; LAVIOLA, B. G.; FARIA, D. A.; PAPPAS, M. R.; BHERING, L. L.; QUIRINO, B.; GRATTAPAGLIA, D. Molecular markers reveal limited genetic diversity in a large germplasm collection of the biofuel crop *Jatropha curcas* L. in Brazil. **Crop Science**, Madison, v. 50, n. 6, p. 2372-2382, 2010.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- SILVA-JUNIOR, O.; ROSADO, T.; LAVIOLA, B.; PAPPAS, M.; PAPPAS, G.; GRATTAPAGLIA, D. Genome-wide SNP discovery from a pooled sample of accessions of the biofuel plant *Jatropha curcas* based on whole-transcriptome Illumina resequencing. **BMC Proceedings**, London, Suplemento 7, v. 5, p. 57, 2011.

Comunicado Técnico, 12

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Agroenergia
 Endereço: Parque Estação Biológica - PqEB s/n,
 Brasília, DF
 Fone: (61) 3448-4246
 Fax: (61) 3448-1589
www.embrapa.br/agroenergia
 1ª edição 2015

Embrapa

Ministério da
 Agricultura, Pecuária
 e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
 PÁTRIA EDUCADORA

Comitê de publicações

Presidente: Marcia Mitiko Onoyama.
Secretária-Executiva: Lorena Costa Garcia.
Membros: Betânia Ferraz Quirino, Diogo Keiji Nakai, Eduardo Fernandes Formighieri, Felipe B. P. Carvalho, João Ricardo M. Almeida, Larissa Andreani Carvalho, Maria Lara Pereira Machado, Sílvia Belém Gonçalves.

Expediente

Supervisão editorial: Marcia Mitiko Onoyama.
Revisão de texto: Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos.
Editoração eletrônica: Maria Goreti Braga dos Santos.
Normalização bibliográfica: Maria Lara Pereira Machado.