

Fotos: Bruno Galvêas Laviola



## Caracterização morfo-agronômica do banco de germoplasma de pinhão-manso: Resultados do 1º ano de avaliação

Bruno Galvêas Laviola<sup>1</sup>  
Leonardo Lopes Bhering<sup>2</sup>  
Simone Mendonça<sup>3</sup>  
Julio Cesar Albrecht<sup>4</sup>  
Tatiana Barbosa Rosado<sup>5</sup>  
Julio Cesar Marana<sup>6</sup>  
José Antonio Aquino Ribeiro<sup>7</sup>

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização preliminar da diversidade genética no banco de germoplasma de pinhão-manso com base na avaliação fenotípica realizada no primeiro ano de implantação. O estudo foi realizado com 175 acessos de pinhão-manso do banco de germoplasma, que estão implantados em delineamento de blocos ao acaso, com duas repetições, sendo cinco plantas por parcela no espaçamento 4 x 2 m, com avaliações ao longo de oito meses do plantio (novembro 2008 a julho de 2009, primeiro ano agrícola). Com base nos resultados, verifica-se a existência de variabilidade genética no banco de germoplasma para os caracteres avaliados possível de ser explorada em um programa de melhoramento genético para a cultura. As variáveis avaliadas influenciaram diferencialmente, de maneira direta ou indireta, na produção de grãos, sendo a juvenilidade a característica que apresentou o maior efeito direto

(negativo) na produção de grãos. Em relação a caracteres qualitativos, foram identificados formato de folha, tamanho de pedúnculo da inflorescência e formato de fruto

Termos de indexação: *Jatropha curcas* L.; recursos genéticos; melhoramento genético; biodiesel

### Introdução

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* spp.). Acredita-se que a *Jatropha* seja originária da América Central; porém, vegeta espontaneamente em diversas regiões do Brasil. É um arbusto de crescimento rápido, caducifólio, que pode atingir mais de 5 m de altura. Os frutos são do tipo cápsula ovóide, com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, trilocular,

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, bruno.laviola@embrapa.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em genética e melhoramento, Pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, leonardo.bhering@embrapa.br.

<sup>3</sup> Farmácia, Doutora em saúde pública, Pesquisadora da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, simone.mendonca@embrapa.br.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitomelhoramento, Pesquisador da Embrapa Cerrados, julio@cpac.embrapa.br.

<sup>5</sup> Bióloga, Doutora em Genética e Melhoramento, Estagiária da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, tatianarosado@yahoo.com.br.

<sup>6</sup> Técnico Agrícola da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, julio.marana@yahoo.com.br.

<sup>7</sup> Farmácia, Mestre em ciências farmacêuticas, Analista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, jose.ribeiro@embrapa.br.

contendo via de regra 3 sementes, sendo uma semente por lóculo. As sementes medem de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e de 1 a 1,3 cm de largura, representam entre 53 a 79% do peso do fruto e apresentam teor de óleo variando entre 33 e 38 % (DIAS et al., 2007).

A adoção do pinhão-mansó como uma cultura potencial para atender ao programa nacional de produção de biodiesel se deve principalmente ao elevado potencial de rendimento de grãos, por ser uma espécie não alimentar e devido ao seu manejo ser compatível com o perfil da agricultura familiar. A oleaginosa vem sendo implantada em diversas regiões do Brasil, porém os genótipos usados nos plantios são geneticamente desconhecidos, não existindo ainda cultivares melhoradas, sobre os quais se tenha informações e garantias do potencial de produção nas diversas regiões produtoras (LAVIOLA et al., 2009).

Nos programas de melhoramento de plantas a informação quanto à diversidade genética dentro de uma espécie é essencial para o uso racional dos recursos genéticos (LOARCE et al., 1996). O conhecimento da diversidade genética entre um grupo de genitores é importante, sobretudo para identificar combinações híbridas de maior heterozigose e de maior efeito heterótico. Em programas de melhoramento devem ser usados genitores com ampla variabilidade genética para caracteres de interesse visando produzir melhores tipos segregantes. O uso de genitores com insuficiente diversidade genética na formação de populações para hibridação reduz a variabilidade genética quanto aos caracteres quantitativos (FEHR, 1987). Os estudos sobre a diversidade genética nas coleções de germoplasma podem ser realizados a partir de caracteres morfológicos de natureza qualitativa ou quantitativa (MOREIRA et al., 1994). No estudo podem ser utilizados vários métodos, cuja escolha baseia-se na precisão desejada pelo pesquisador, na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos (CRUZ, 2005; CARVALHO et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização da diversidade genética no banco de germoplasma de pinhão-mansó através de descritores morfo-agronômicos quantitativos e qualitativos visando à incorporação de genótipos promissores no programa de melhoramento da espécie.

## Metodologia

O banco de germoplasma foi constituído a partir de coletas de sementes de plantas isoladas de *Jatropha curcas* L. entre os meses de dezembro de 2007 e maio de 2008 em diferentes locais, coleções e plantios do Brasil. Os locais de coleta dos acessos foram fotografados, geo-referenciados e descritos, assim como o aspecto da planta, e anotados em uma 'ficha de coleta' para constituírem os dados de passaporte. Ao fim do período de coleta foram reunidas 195 procedências de pinhão-mansó, sendo que 175 procedências foram utilizadas neste trabalho, por apresentarem informação de mais de uma repetição. Em uma segunda fase, visando ampliar a base genética no banco de germoplasma, serão realizadas prospecções em países onde está o provável centro de origem e/ou de diversidade da espécie. A coleção de germoplasma está implantada em área experimental localizada em Planaltina, DF, por intermédio de uma parceria entre Embrapa Agroenergia e Embrapa Cerrados.

As sementes das procedências de pinhão-mansó foram germinadas diretamente em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato comercial acrescido de superfosfato simples na dose de 5 kg/m<sup>3</sup>, em viveiro descoberto. Decorridos 60 dias após a semeadura, na segunda quinzena de novembro/2008, o banco de germoplasma foi implantado em delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições e 5 plantas por parcela no espaçamento 4 x 2 m.

A caracterização fenotípica do banco de germoplasma está sendo realizada com descritores morfoagronômicos agrupados em componentes de produção, características agrônômicas e descritores de interesse específico avaliados aos 3, 6, 12, 18, 24, 36, 48 e 60 meses após o plantio (MAP). Os componentes de produção representam variáveis primárias que interferem diretamente no produto econômico (grãos ou óleo) da planta de pinhão-mansó. Nas características agrônômicas estão as medidas secundárias da planta que interferem direta e indiretamente nos componentes de produção e auxiliam na distinguibilidade entre acessos. Os descritores de interesse específico são características da planta que valorizam o produto comercial ou seus resíduos e co-produtos. Neste trabalho serão apresentados resultados referentes às avaliações ao longo de oito meses do plantio (novembro 2008 a julho de 2009, primeiro ano agrícola), sendo avaliadas as características produção de grãos (gramas/planta), números de

ramos secundários por planta (NRS), altura de plantas (Altura, m), diâmetro de caule (DC, mm), projeção da copa na linha (PClinha, m), projeção da copa na entrelinha (PCentre, m), juvenilidade (dias decorridos entre o plantio ao aparecimento da primeira inflorescência) a altura da primeira inflorescência.

Alguns dos acessos foram selecionados para quantificação dos ésteres de forbol, ou seja, componentes tóxicos, através da metodologia de Makkar et al. (1997) com modificações no procedimento de extração. As sementes moídas foram colocadas em equipamento de extração acelerada por solvente ASE 350 (Dionex, EUA) utilizando como solvente tetrahidrofurano, e posteriormente, evaporado sob fluxo de nitrogênio. O resíduo oleoso foi transferido para tubo de ensaio de 10 mL e extraído quatro vezes com metanol (1 x 2 mL + 3 x 1 mL) e transferido para balão volumétrico de 5 mL, completado volume. A solução de trabalho foi filtrada para vial (VertiPure PTFE Syringe, 13 mm, 0.2 µm) e injetada (100 µL) no Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (CLAE) Varian, utilizando Coluna C18 250 x 4,6 mm (5 µm) Vertisep UPS, temperatura ambiente (em torno de 25 °C), detecção ultravioleta (DAD) na faixa de 200 a 340 nm. Para construção da curva padrão foi utilizado padrão 12-miristato 13-acetado de forbol (Sigma, Cod.8139).

Além da caracterização fenotípica através de descritores quantitativos, os acessos estão sendo avaliados através de observações em campo para características qualitativas, como formato de folhas e frutos e tamanho do pedúnculo da inflorescência.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e os parâmetros genéticos estimados. Foram calculadas as estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis agrônômicas na produção de grãos (análise de trilha) e as contribuições de cada variável para a divergência genética com base no método proposto por SINGH (1981). Todas as análises foram efetuadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ et al., 2004).

## Resultados e Discussão

Os resultados apresentados são informações preliminares e fazem parte do cronograma de caracterização do banco de germoplasma referente

à avaliação do primeiro ano de caracterização (novembro/2008 a julho/2009). Na análise de variância foi constatada diferença significativa a 5% de probabilidade entre os acessos para todas as variáveis avaliadas (Tabela 1). Embora tenha sido observada diferença estatística entre os acessos para produção de grãos no primeiro ano de avaliação, os dados não permitem conclusões visando a seleção precoce de genótipos promissores, já que o coeficiente de variação foi de 72,3 %. No primeiro ano a planta está na fase de formação de suas estruturas vegetativas e, devido a isso, muitos fatores fisiológicos e ambientais podem influenciar na expressão do caráter produção de grãos.

A característica número de ramos secundários (NRS) é um dos componentes de produção mais interessantes para o programa de melhoramento genético. O pinhão-mansó produz inflorescências em gemas terminais de ramos crescidos no ano corrente, sendo a produção de frutos dependente de maior número de ramos (SATURNINO et al., 2005). A modulação ambiental sofrida pela característica NRS foi responsável pelo alto coeficiente de variação do experimento (CV) e também pela baixa herdabilidade encontrada para a característica (27,16 %).

Na Tabela 2 podem ser verificadas as estimativas dos efeitos diretos e indiretos de variáveis agrônômicas no rendimento de grãos obtidas pela análise de trilha. Apesar de envolver princípios de regressão, a análise de trilha é um estudo da decomposição do coeficiente de correlação, permitindo avaliar se a relação entre duas variáveis é de causa e efeito ou se é determinada pela influência de outra ou outras variáveis (Cruz, 2006). Observou-se que as variáveis avaliadas influenciaram diferencialmente, de maneira direta ou indireta, na produção de grãos. A juvenilidade foi a variável que apresentou o maior efeito direto na produção de grãos, porém o coeficiente de correlação foi negativo. Os acessos que apresentaram maior período juvenil apresentaram tendência de produzirem menor quantidade de grãos. Ao contrário do que se esperava, o número de ramificações secundárias apresentou efeito direto negativo na produção de grãos. É provável que no primeiro ano ocorra competição por fotoassimilados e nutrientes entre a produção de grãos e a formação de ramificações secundárias.

Dentre as características morfo-agronômicas avaliadas no primeiro ano de avaliação (8 meses após o plantio) a juvenilidade foi a que mais contribuiu para a diversidade entre os acessos,

seguido da produção de grãos, diâmetro de caule, altura, número de ramos secundários, projeção da copa na linha junto com a altura e altura da primeira inflorescência e projeção de copa na entre linha (Figura 1). Estudos de contribuição dos caracteres para a diversidade são importantes para selecionar caracteres que mais bem discriminam os acessos e descartar outros que contribuem pouco na discriminação de genótipos de uma determinada espécie. As avaliações apresentadas fazem parte da caracterização inicial do banco de germoplasma e, sendo o pinhão-manso uma espécie perene, serão necessárias mais avaliações destes e de outros caracteres para que se possa melhor concluir sobre o descarte de variáveis.

Nas análises de toxidez com 10 acessos foram identificados três materiais que não apresentam

concentrações significativas de éster de forbol nos grãos. (Tabela 3; Figura 2). No próximo ano de caracterização, todos os acessos do banco de germoplasma serão avaliados quanto ao teor de éster de forbol e resultados mais conclusivos poderão ser obtidos quando a variação da característica nos materiais da coleção. Com a identificação de materiais não tóxicos, os próximos passos serão estudar a herança do caráter, incorporar os materiais no programa de melhoramento, identificar marcadores específicos para a característica e, por fim, desenvolver no menor tempo possível cultivares não tóxicas com alta produtividade grãos/óleo. O desenvolvimento de cultivares comerciais não tóxicas poderá contribuir para viabilizar o uso da torta resultante da extração do óleo para fins mais valorizados, como exemplo, na nutrição de animais ruminantes e monogástricos.

**Tabela 1.** Análise de variância das variáveis produção de grãos (gramas/planta), números de ramos secundários por planta (NRS), altura de plantas (Altura, m), diâmetro de caule (DC, mm), projeção da copa na linha (PC<sub>linha</sub>, m), projeção da copa na entrelinha (PC<sub>entre</sub>, m), juvenilidade (dias), API (altura da 1 inflorescência, m) avaliadas aos no primeiro ano de cultivo (8 meses após o plantio).

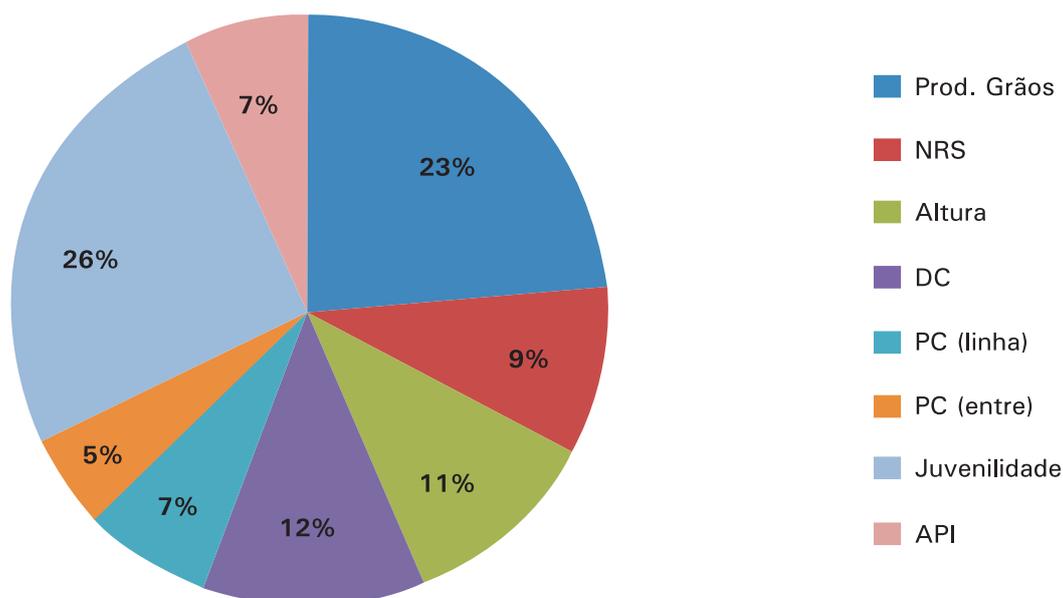
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio							
		Produção de grãos	NRS	Altura	DC	PC <sub>linha</sub>	PC <sub>entre</sub>	Juvenil	API
<b>Blocos</b>	1	20382**	586,4*	0,081**	4015,13**	11,06*	7,46 <sup>ns</sup>	3736**	0,02**
<b>Genótipos</b>	174	1205,3	4,87	0,062	88,01	0,097	0,099	907,5	0,049
<b>Entre parcelas</b>	174	343,7	3,55	0,027	58,35	0,076	0,079	404,8	0,024
<b>Dentro de parcelas</b>	1328	144,7	1,44	0,011	23,73	0,029	0,030	185,7	0,013
<b>Média</b>		11,98	2,68	1,35	65,60	0,88	0,88	141	1,15
<b>Máximo</b>		180	13	1,87	89,49	1,98	1,97	206	1,58
<b>Mínimo</b>		0	0	0,45	22,01	0,37	0,41	105	0,62
<b>CV (%)</b>		72,3	32,78	5,77	14,68	14,68	14,89	6,64	6,31
<b>h2 (%)</b>		---	27,16	55,57	33,70	21,85	19,92	55,38	51,19

\*, \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente.

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade

**Tabela 2.** Estimativas dos efeitos diretos e indiretos de variáveis agrônômicas no rendimento de grãos (g/planta) obtido por análise de trilha.

	Efeito direto	Efeitos indiretos							Efeito total
		NRS	Altura	DC	PC (linha)	PC (entre)	Juv.	API	
<b>NRS</b>	-0,115		0,005	-0,101	0,148	0,126	0,065	-0,020	0,109
<b>Altura</b>	-0,032	0,018		-0,054	0,041	0,041	0,064	0,101	0,180
<b>DC</b>	-0,197	-0,058	-0,008		0,170	0,139	0,080	0,034	0,158
<b>PC (linha)</b>	0,256	-0,066	-0,005	-0,130		0,175	0,078	0,014	0,322
<b>PC (entre)</b>	0,213	-0,068	-0,006	-0,129	0,211		0,063	0,018	0,303
<b>Juvenilid.</b>	-0,467	0,016	0,004	0,033	-0,043	-0,029		0,054	-0,431
<b>API</b>	0,137	0,016	-0,023	-0,048	0,026	0,028	-0,183		-0,047

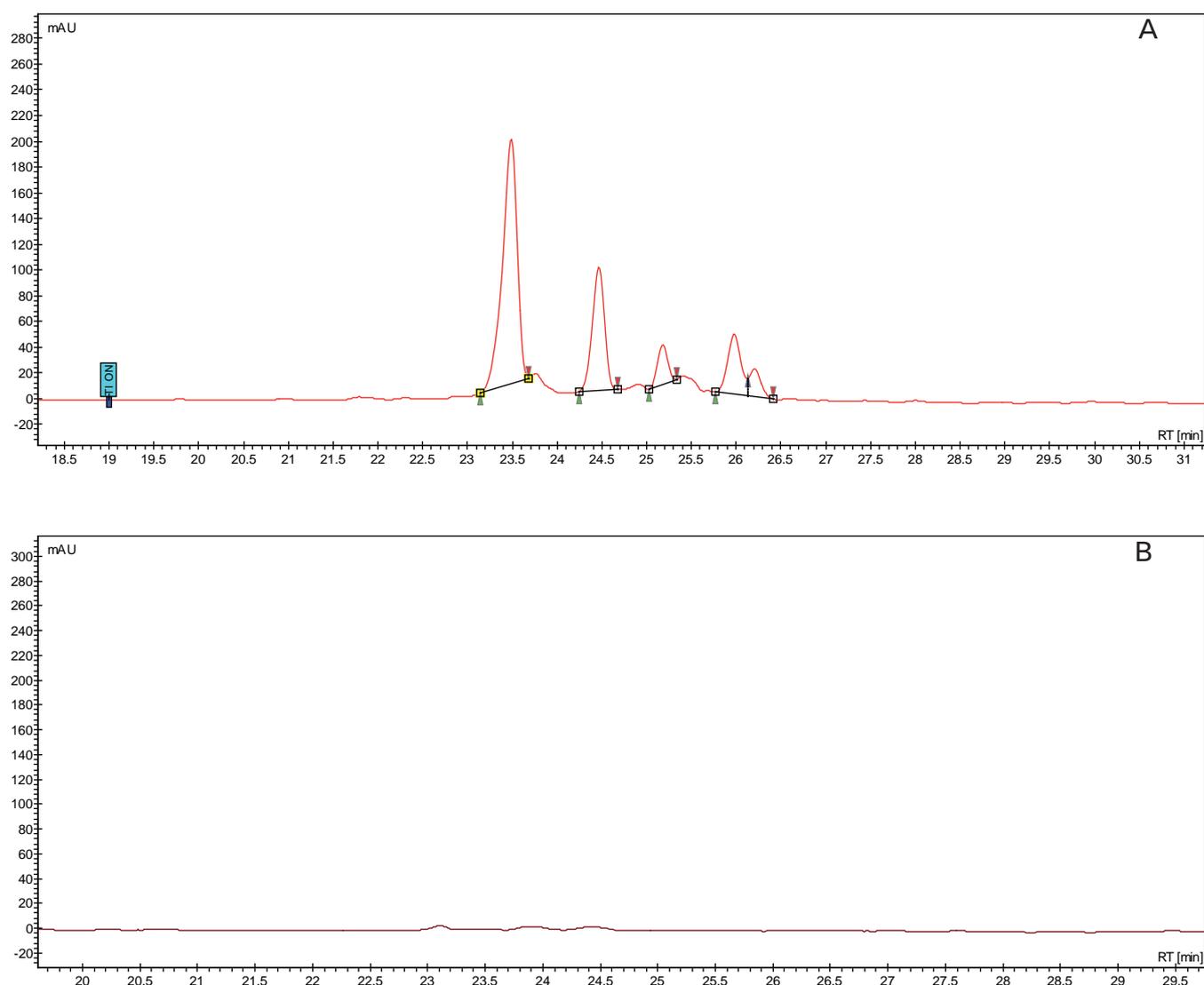


**Figura 1.** Contribuição relativa de caracteres (%) para diversidade genética obtida pelo método de Singh (1981). Produção de grãos (Prod. Grãos), números de ramos secundários por planta (NRS), altura de plantas (Altura, m), diâmetro de caule (DC, mm), PC (linha) (projeção da copa na linha em m), projeção da copa na entrelinha (PCentre, m), juvenilidade (Juv, dias), API (altura da primeira inflorescência).

**Tabela 3.** Concentração de ésteres do forbol em grãos de 10 acessos de pinhão-manso pertencentes ao banco de germoplasma.

Nº do Acesso	Ésteres de Forbol (mg/g)
CNP AE-1001	3,09
CNP AE-1002	ND*
CNP AE-1003	4,01
CNP AE-1004	3,69
CNP AE-1005	3,53
CNP AE-1006	ND*
CNP AE-1007	5,41
CNP AE-1008	ND*
CNP AE-1009	3,18
CNP AE-1010	4,21

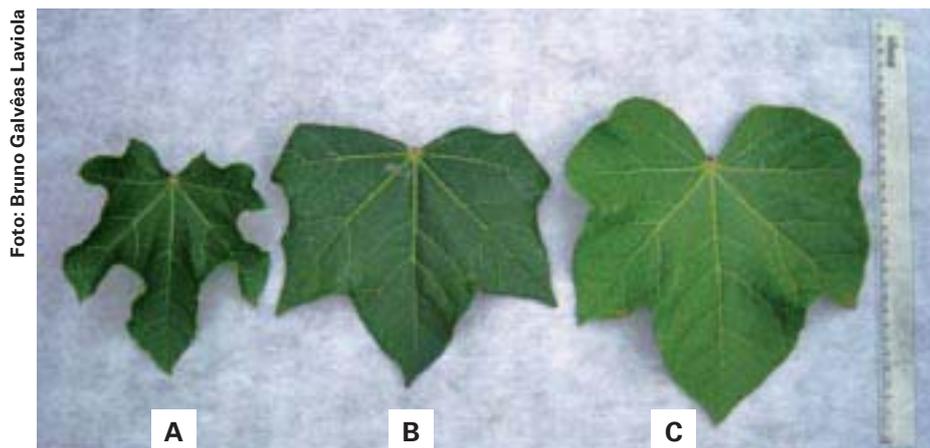
\* Não detectado.



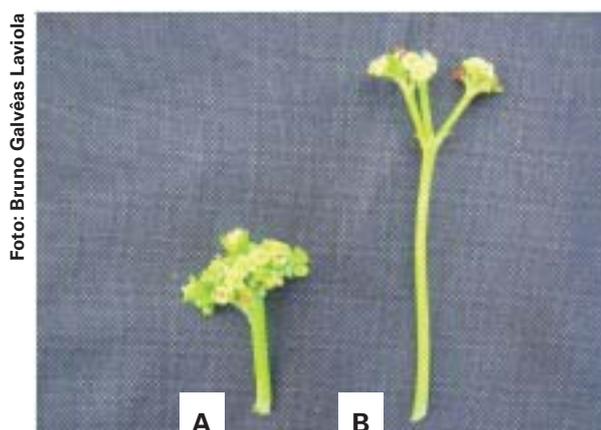
**Figura 2.** Cromatogramas de amostras com (A) e sem (B) ésteres de forbol.

Foram observadas no banco de germoplasma três classes de formato de limbo foliar e de frutos e duas classes de comprimento do pedúnculo da inflorescência, conforme pode ser verificado nas Figuras 3 e 4. Dos 195 acessos implantados, 190 apresentam formato de folhas do tipo A, quatro acessos com formato de tipo B e um acesso com o tipo de folha C (Figura 3). Para comprimento do pedúnculo da inflorescência, apenas um acesso no banco de germoplasma apresenta o pedúnculo logo (Figura 4.B). Com relação ao formato de frutos, 190 acessos apresentam frutos no formato elipsóide esférico, quatro com formato elipsóide lanceolado e um acesso com o formato de fruto elipsóide ovóide. A listagem de descritores que sofrem pouco efeito ambiental e com alta herdabilidade serão essenciais na distinguibilidade e proteção das futuras cultivares de pinhão-manso, já que os descritores quantitativos (regulados por muitos genes) podem sofrer grande variação devido às interações genótipos x ambientes.

Por fim, os acessos caracterizados serão fonte de variabilidade genética para o programa de melhoramento genético visando à obtenção e seleção de cultivares com de alta produtividade de grãos e óleo, com ausência ou baixa toxidez nas sementes, tolerantes a diferentes tipo de estresses bióticos e abióticos e adaptadas às diferentes regiões produtoras.



**Figura 3.** Formato de limbo foliar de acessos de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). (A), limbo pequeno, base em "V" fechado, limbo ondulado, cor verde; (B), limbo médio, base em "V" aberto, limbo plano, cor verde escuro; (C), limbo grande, base em "V" fechado, limbo semi-ondulado, cor verde clara



**Figura 4.** Comprimento do pedúnculo da inflorescência(A), curto, (B), longo; Forma de frutos: (C), fruto elipsóide esférico, (D), fruto elipsóide lanceolado, (E), fruto elipsóide ovóide.

## Conclusões

Com base nas avaliações de primeiro ano agrícola (8 meses após o plantio) é possível concluir que:

- Existe variabilidade genética no banco de germoplasma para os caracteres avaliados possível de ser explorada em um programa de melhoramento genético para a cultura.
- Existem acessos de pinhão-manso com ausência de ésteres de forbol nos grãos que podem ser fonte de variabilidade genética para o desenvolvimento de cultivares comerciais não-tóxicas.
- As variáveis avaliadas influenciaram diferencialmente, de maneira direta ou indireta, na produção de grãos, sendo a juvenilidade a característica que apresentou o maior efeito direto (negativo) na produção de grãos.
- Os caracteres quantitativos que mais contribuíram para a divergência genética em ordem decrescente foram juvenilidade, produção de grãos, diâmetro de caule, altura, número de ramos secundários, projeção da copa na linha junto com a altura e altura da primeira inflorescência e projeção de copa na entre linha.

Em relação a caracteres qualitativos, foram identificados formato de folha, tamanho de pedúnculo da inflorescência e formato de fruto.

## Agradecimentos

Aos produtores, empresas e pesquisadores pela fundamental contribuição nas atividades de prospecção e coleta das procedências de pinhão-manso.

A Embrapa Cerrados por ceder a área experimental e apoiar a execução das atividades.

## Referências

- CARVALHO, L. P.; LANZA, M. A.; FALLIRJ, J.; SANTOS, J. W. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, 2003.
- CRUZ, C. D. *Princípios de genética quantitativa*. Viçosa, UFV, 2005, 394p.
- CRUZ, C.D. *Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes*. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. v. 1. 285 p.
- 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: 2007. v. 1. 40 p.
- FEHR, W. R. *Principles of cultivar development*. New York: Macmillan, 1987. 536 p.
- LAVIOLA, B.G.; BHERING, L.L.; ALBRECHT, J.C.; MARQUES, S.S.; ROSADO L., T.B. caracterização morfo-agronômica do banco de germoplasma de pinhão-manso. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2009, Montes Claros. *Anais...* Lavras : UFLA, 2009. v. 6.
- LOARCE, Y.; GALLEGU, R.; FERRER, E. A comparative analysis of the genetic relationship between rye cultivars using RFLP and RAPD markers. *Euphytica*, Wageningen, v. 88, p. 107-115, 1996.
- MAKKAR, H.P.S., BECKER, K., SPORER, F., WINK, M. Studies on Nutritive Potential and Toxic Constituents of different provenances of *Jatropha curcas*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 1997, 45, 3152-3157
- MOREIRA, J. A. N.; SANTOS, J. W. dos; OLIVEIRA, S. R. M. *Abordagens e metodologias para avaliação de germoplasma*. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1994. 115 p.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte: v. 26, n. 229. p. 44-78, 2005.

### Comunicado Técnico, 03

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  
E-mail: sac.cnpae@embrapa.br

1ª edição 2010

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



### Comitê de publicações

Presidente: José Manuel Cabral de Sousa Dias.  
Secretária-Executiva: Rachel Leal da Silva.  
Membros: Betânia Ferraz Quirino, Daniela Garcia Collares, Esdras Sundfeld.

### Expediente

Supervisão editorial: José Manuel Cabral de Sousa Dias.  
Revisão de texto: José Manuel Cabral de Sousa Dias.  
Editoração eletrônica: Maria Goreti Braga dos Santos.  
Normalização bibliográfica: Maria Iara Pereira Machado.