

## Características morfológicas de peças reprodutivas de acessos de *Jatropha curcas* L.

A. M. A. Lucena<sup>1</sup>; G. C. L. Vasconcelos<sup>2</sup>; K. A. A. L. Medeiros<sup>3</sup>; N. I. Medeiros<sup>4</sup>; O. S. Medeiros<sup>4</sup>; N. H. C. Arriel<sup>5</sup>

<sup>1</sup>CNPq/Recursos Genéticos, Embrapa Algodão, CEP 58428-095, Campina Grande-PB, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Biologia Vegetal, UFV, CEP 36570-000, Viçosa-MG, Brasil

<sup>3</sup>Departamento de Ciências Fisiológicas, UFS, CEP 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

<sup>4</sup>Departamento de Biologia, UEPB, CEP 58428-500, Campina Grande-PB, Brasil

<sup>5</sup>Departamento de Recursos Genéticos, Embrapa Algodão, CEP 58428-095, Campina Grande-PB,

amandamicheline@hotmail.com

(Recebido em 18 de novembro de 2013; aceito em 22 de abril de 2014)

A caracterização morfológica das peças reprodutivas do pinhão manso é fundamental para compreender o processo de formação das sementes. Objetivou-se com o presente trabalho, fazer a descrição morfológica das características de inflorescências e flores em acessos de *Jatropha curcas* L. O estudo contemplou 190 plantas que compõe o Banco Ativo de Germoplasma de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) que fica localizado no sertão paraibano. Avaliaram-se aspectos morfológicos de 2.811 inflorescências. Verificou-se que as flores são pediceladas, diclamídeas e diplostêmones. Sua disposição é cíclica, disposta em círculos concêntricos, com uma flor feminina em posição central, circundada pelas masculinas. O número de flores variou de 1 a 125 flores masculinas para de 0 a 18 flores femininas por inflorescência. Constatou-se que não houve divergência morfológica nas características de flores pistiladas entre os acessos de *Jatropha curcas* L., que compõe o Banco Ativo de Germoplasma. O acesso CNPAPMVII de *Jatropha curcas* L., apresentou inflorescências com flores estaminadas de características anômalas: atrofiadas, desprovidas de pedicelo, ausência de estruturas reprodutivas e localizadas e no pedicelo das flores pistiladas.

Palavras-chave: Euphorbiaceae; pinhão manso; inflorescência

### Morphological characteristics of reproductive pieces in *Jatropha curcas* L. accessions

Morphological characterization of the reproductive of the *Jatropha curcas* is key to understanding the process of seed formation. The objective of this study was to describe morphological characteristics of inflorescences and flowers in accessions of *Jatropha curcas* L. The study included 190 accessions of the Active Germplasm Bank of *Jatropha curcas* L. This Germplasm is located in the wilderness of the Paraíba. We evaluated morphological in 2811 inflorescences. We observed that the flowers are pedicellate, diclamides and diplostemonous. His disposition is cyclical, arranged in concentric circles, with a single female flower at the center, surrounded by several male flowers. The number of flowers ranged between 1 to 125 male flowers and 0-18 female flowers per inflorescence. We conclude that there wasn't morphological divergence in the characteristics of female flowers between accessions of *Jatropha curcas* L., of the Active Bank Germplasm. The CNPAPMVII access *Jatropha curcas* L., presented inflorescences with staminate flowers of anomalous characteristics: atrophied, lacking pedicel, absence of reproductive structures and located in pedicel of the female flowers.

Keywords: Euphorbiaceae, physic nut, inflorescence.

## 1. INTRODUÇÃO

Das famílias que pertencem ao grupo de plantas Angiospermas, a família Euphorbiaceae está entre as de maior importância econômica<sup>25</sup>. Dos 290 gêneros, pertencentes a esta família, o gênero *Jatropha* se destaca com a espécie *Jatropha curcas* L., popularmente denominada de pinhão-manso, que está sendo amplamente estudado devido ao teor e propriedades do óleo que é extraído de suas sementes, representando uma das alternativas de matéria-prima para produção de biodiesel.

Com a possibilidade de uso do pinhão-manso para a produção do biodiesel, várias áreas de cultivo e de pesquisas têm sido instaladas em diferentes regiões do Brasil<sup>23</sup>. Com isso, a espécie

tem sido alvo de um número cada vez maior de trabalhos científicos nas mais variadas áreas do conhecimento em âmbito nacional e internacional<sup>5</sup>, entretanto, no pinhão-manso, os resultados de estudos sobre suas potencialidades e propriedades produtivas são contestáveis e, isso pode levar a práticas insustentáveis, com riscos econômicos, sociais e ambientais. Ainda não existe cultivar melhorada para ser recomendada com confiança e sendo assim, para melhorar o desempenho da planta é essencial investir na domesticação, caracterização, seleção e melhoramento<sup>17</sup>.

O grande interesse no potencial dessa cultura gerou diversos estudos por parte de instituições internacionais e nacionais, entre estas a Embrapa Algodão que estabeleceu banco de germoplasma composto por 190 acessos, com o intuito de caracterizar e avaliar a diversidade disponível. Ao observar a variabilidade fenotípica e molecular em 117 acessos pertencentes do banco ativo de germoplasma de pinhão manso da Embrapa Cerrados, foi constatado que a variabilidade do pinhão-manso no Brasil é realmente limitada, mas não tanto como se pensava anteriormente<sup>1</sup>. Os resultados demonstram que a variância genética aditiva existe, não apenas para produção de grãos, que é considerada a característica mais importante para produção de óleo e biodiesel, mas também para outras características<sup>11</sup>.

O pinhão-manso possui certa variabilidade natural com polinização preferencialmente entomófila, podendo ter elevada taxa de alogamia, contudo, verifica-se a necessidade de selecionar genótipos e/ou procedências que possuam características promissoras<sup>14</sup>. Para isso coleções adicionais são essenciais para aumentar a representatividade de germoplasma para melhoria desta espécie<sup>1</sup>. Num programa de melhoramento, é necessária a coleta de material genético, a caracterização e a avaliação desses materiais. Essa caracterização pode ser realizada empregando-se marcadores ou descritores agrônômicos, morfológicos e moleculares<sup>16</sup>.

Poucos são os trabalhos publicados quanto aos aspectos fenológicos do pinhão-manso, pois além de serem complexos, apresentando padrões irregulares de difícil reconhecimento. Contudo, a descrição de padrões fenológicos e produtivos são relevantes para a compreensão da dinâmica da cultura e para planos de manejo<sup>7</sup>. Na espécie, alguns fatores característicos merecem especial atenção para futuros programas de melhoramento genético, como a seleção para número de flores femininas por inflorescência, teor de óleo na semente, maior sincronismo na diferenciação floral e, conseqüente, antese por inflorescência<sup>19</sup>. Por isso, um grande número de informações referentes à espécie precisa ser gerado, envolvendo caracterizações fenológica, reprodutiva e genotípica, estabelecimento, manutenção e enriquecimento de bancos de germoplasma, dentre outras.

Apesar de atualmente serem crescentes os estudos envolvendo plantas da família Euphorbiaceae, o conhecimento do grupo ainda apresenta lacunas consideráveis, que se constituem em divergências, mesmo no que se refere à morfologia clássica da família. Para se propor uma classificação mais segura, são necessários estudos morfológicos e anatômicos para melhor detalhamento de suas espécies, com destaque para a *Jatropha curcas* L., uma vez que esta espécie poderá ser utilizada como uma das alternativas de matéria-prima para produção de biodiesel<sup>18</sup>.

A caracterização morfológica de plantas fornece subsídios para melhor entendimento da planta como um todo, auxiliando na diferenciação de espécies e compreensão de estudos diversos. A inflorescência do pinhão manso é constituída pelas peças reprodutivas, as quais produzirão os frutos e sementes. O estudo descritivo das peças reprodutivas do pinhão manso é fundamental para compreender o processo de formação das sementes. Assim, objetivou-se descrever características morfológicas de inflorescências e flores em acessos de *Jatropha curcas* L.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no BAG (Banco Ativo de Germoplasma) de pinhão-manso da Embrapa Algodão situado no município de Patos – PB sob as coordenadas geográficas 07°01'37"S - 37°20'14"W, e altitude de 250 m. O município apresenta clima quente e úmido com temperatura máxima de 37°C e mínima de 26°C.

As inflorescências e frutos do pinhão manso foram fotografados com câmera digital “in loco”, em seguida as inflorescências foram coletadas com tesoura de poda, identificadas e colocadas em sacos de polietileno com fechamento hermético os quais foram acondicionados em caixa de isopor contendo gelo na sua base e, então foram transportadas ao Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Algodão. No Laboratório as estruturas reprodutivas (Flores pistiladas e estaminadas) foram separadas e analisadas em microscópio estereoscópico. A caracterização morfológica abrangeu um total 2.811 inflorescências distribuídas em 190 acessos pertencentes ao BAG . Os acessos de pinhão-manso foram adquiridos via agricultores e são oriundos de 17 procedências conforme descrito na Tabela 1.

*Tabela 1. Identificação, origem e número de inflorescências estudadas nos acessos de Jatropha curcas L., do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Algodão. Campina Grande-PB, 2010.*

Código do acesso no BAG	Município/Estado de origem	Número de plantas/procedência	Número de inflorescências /planta	Número de inflorescências avaliadas
CNPAPMI	Sumé-PB	20 plantas	14	280
CNPAPMII	Garanhuns-PE	29 plantas	15	435
CNPAPMIII	Petrolina - PE	28 plantas	15	420
CNPAPMIV	Tocantinópolis-TO	1 planta	15	15
CNPAPMV	Petrolina - PE	7 plantas	15	105
CNPAPMVI	Itaporanga-PB	8 plantas	15	120
CNPAPMVII	Mundo Novo - PE	7 plantas	14	98
CNPAPMVIII	Sumé-PB	6 plantas	15	90
CNPAPMIX	Pugmil-TO	5 plantas	15	75
CNPAPMX	Marisnópolis-TO	4 plantas	15	60
CNPAPMXI	Mundo Novo - PE	4 plantas	15	60
CNPAPMXII	Sumé-PB	8 plantas	15	120
CNPAPMXIII	Patos-PB	7 plantas	15	105
CNPAPMXIV	Mundo Novo - GO	12 plantas	14	168
CNPAPMXV	São Miguel do Araguaia - GO	11 plantas	15	165
CNPAPMXVI	Garanhuns-PE	12 plantas	15	180
CNPAPMXVII	Sumé-PB	21 plantas	15	315
Total	-	190 plantas	-	2811

As plantas do BAG são mantidas sob irrigação por aspersão e espaçadas em 3 m entre linhas e 2 m entre plantas. O estudo foi desenvolvido no período de julho a dezembro de 2010, após 29 meses pós-plantio.

As estruturas foram avaliadas morfológicamente de acordo com metodologia de Vidal e Vidal <sup>28</sup> para descrição de aspectos relacionados número de flores masculinas e femininas,

disposição das peças florais, o número de peças do perianto e grau de diferenciação, o sexo, o número de estames em relação ao de pétalas, à morfologia e altura relativa dos estames, a sua soldadura, adelfia, ramificação, posição em relação à corola e soldadura do filete; inserção das anteras e número de tecas; e na inflorescência caracterizou-se tipo, posição, número de flores por pedúnculo e prefloração.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pinhão-manso é uma planta monóica que possui flores diclinas<sup>12</sup>, ou seja, possuem flores masculinas e femininas na mesma inflorescência, entretanto, eventualmente podem ser observadas flores monoclinas (hermafroditas). As flores hermafroditas são semelhantes à flor feminina em forma e tamanho, sendo a principal diferença a presença de nove estames<sup>4</sup>. De forma geral, as flores são pediceladas, diclamídeas e diplostêmones. Sua disposição é cíclica, disposta em círculos concêntricos, com uma única flor feminina em posição central, circundada pelas masculinas (Figura 1).



Figura 1: Inflorescência do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) com flores masculinas e femininas

No pinhão-manso, as inflorescências são terminais, ou seja, localizam-se na extremidade de cada ramo da planta<sup>2</sup>, e isso ocorre devido essa espécie possuir a arquitetura clássica das plantas pertencentes à família Euphorbiaceae. As espécimes do grupo Euphorbiaceae estão entre as famílias de maior importância econômica entre as Angiospermas, incluindo plantas geralmente latescentes, monóicas ou dióicas, com flores diclinas<sup>25</sup>.

Na espécie *Jatropha curcas* L., as inflorescências se mostram multifloras, com várias flores no mesmo pedúnculo, são compostas, ou seja, seu eixo primário apresenta pedicelos ramificados (Figura 2A). Apresenta-se do tipo cimosa, sendo terminal ao ramo; em forma de dicásio, apresentando dois eixos secundários opostos sob o eixo primário; com prefloração valvar reduplicada e suas margens dobradas para fora (Figuras 2B e 2D) e, com pequenas brácteas persistentes tanto no pedúnculo como no pedicelo (Figura 2E).

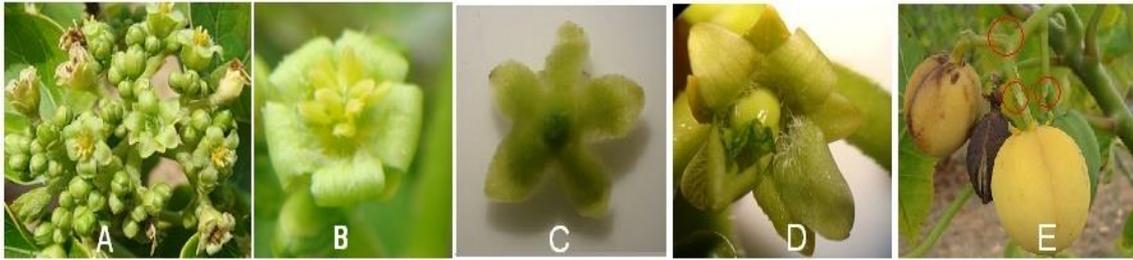


Figura 2: (A) Inflorescência da *Jatropha curcas* L.; (B) flor masculina; (C) cálice dialissépalo; (D) Flor feminina; (E) brácteas persistentes.

O cálice persistente ao fruto é dialissépalo, ou seja, com sépalas livres entre si (Figura 2C), enquanto sua corola é caduca ao fruto e apresenta pétalas fusionadas até a porção mediana, caracterizando-se do tipo gamopétala, ambos, cálice e corola possuem cinco lobos. Além destes caracteres as flores são amarelas esverdeadas, pentâmeras e actinomorfas, devido a sua estrutura radial (Figura 2C).

Os verticilos estéreis, cálice e corola, podem ser facilmente distinguidos e, portanto, são definidas como heteroclamídeas. Além da disposição favorável das estruturas reprodutivas, há a presença de discos nectaríferos de cor chamativa o que favorece o acesso de polinizadores aos estames e ao estigma das flores femininas.

No pinhão-mansó observam-se verticilos reprodutores com flores monoclinas (hermafroditas) e/ou diclina feminina e diclina masculina e constata-se que tanto as flores masculinas como as flores femininas possuem perianto esverdeado com cálice de cinco sépalas e corola com cinco pétalas, característica também confirmada por outros autores<sup>4;8;22</sup>, contudo ao descrever a caracterização morfológica floral em 17 acessos de *Jatropha curcas* L., verificou-se que um dos acessos estudados continha flores com a presença de seis sépalas<sup>22</sup>, fato não evidenciado no presente estudo.

O androceu apresenta-se homodínamo, ou seja, estames do mesmo tamanho (Figura 3A), sendo destes, cinco estames livres (dialistêmones) e cinco unidos (gamostêmones), estes últimos centrais e soldados entre si constituindo um único feixe (Figura 3B), caracterizando monadelfia. Os estames possuem altura aproximada ao nível das pétalas, estas últimas encontram-se livres entre si e em número de dois, denominadas bitecas e de cor variando de amarela à marrom claro (Figura 3C).

Na base do androceu constata-se cinco glândulas nectaríferas não fundidas que proporcionam néctar ao polinizador da *Jatropha curcas* (Figura 3D). Nesse enfoque um estudo foi desenvolvido para avaliar a biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, e verificou-se que o nectário das flores masculinas de *J. mollissima* também é constituído por cinco glândulas livres envolvendo a porção basal dos filetes, no entanto, na espécie *J. mutabilis* é formado por cinco glândulas soldadas na base<sup>24</sup>.

As glândulas nectaríferas são amarelas em número de cinco, e estão distribuídas em forma de disco, circundando o ovário, entretanto, em estudos para avaliar glândulas nectaríferas em acessos de *Jatropha curcas* L., constatou-se no acesso JCUFS-017 a presença de flores com quatro glândulas, sendo uma maior e três menores, fundidas<sup>22</sup>.

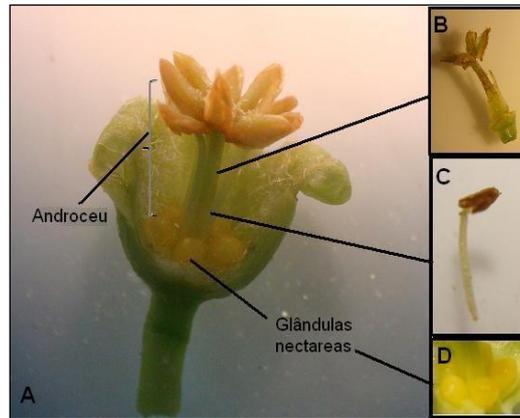


Figura 3: Peças florais da flor masculina do acesso CNPAPMII de *Jatropha curcas* L. (A): estames gamostêmones (B); estame livre; (C) glândulas nectaríferas.

O florescimento do pinhão manso é um dos principais estádios fenológicos para a produção de óleo, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação podem auxiliar na estimativa da quantidade de frutos e sementes que serão desenvolvidos. A quantidade de inflorescências que a planta poderá emitir durante cada ciclo depende de condições edafoclimáticas como também das características inerentes à própria planta. Afirma-se que estudos sobre florescimento e frutificação do pinhão-manso são indispensáveis para compreender o processo de formação e maturação das sementes o que serve de auxílio na realização da colheita, fase esta, dispendiosa devido à maturação irregular dos frutos<sup>7</sup>.

O florescimento é um dos principais estádios fenológicos para a produção de óleo de *Jatropha curcas*, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação determinam quantos frutos e sementes serão desenvolvidos<sup>9</sup>. Contudo alguns autores<sup>6,26</sup> afirmam que nem sempre o número de flores femininas fecundadas coincidirá com o número de sementes desenvolvidas, pois, embora ocorra a fecundação e crescimento inicial das sementes, se a planta não tiver condições adequadas para promover o suprimento necessário ao completo desenvolvimento de todas as sementes, algumas dessas certamente serão abortadas para que outras completem seu ciclo. O aborto de sementes é um mecanismo utilizado quando o número de sementes em crescimento é superior à capacidade que a planta tem de sustentá-los<sup>26</sup>.

No presente estudo foi avaliado um total de 2.811 inflorescências e constatou-se que 21 inflorescências que estavam distribuídas no acesso CNPAPMVII, possuíam características morfológicas diferentes da espécie *J. curcas*. Nesses acessos as inflorescências eram constituídas de flores masculinas de sexo incompleto, localizadas no pedicelo da flor feminina, acima de uma bráctea e apresentavam características anômalas: atrofiadas, desprovidas de pedicelos e ausência de estruturas reprodutivas (Figura 4). Embora nestes acessos as flores masculinas apresentaram-se atípicas, as flores femininas dessas inflorescências frutificaram normalmente indicando que esse acesso poderá ser utilizado como alternativa em processos de hibridação. Nesse contexto, dados fenotípicos podem indicar se a seleção de genótipos superiores de um banco de germoplasma pode ser realizada de forma eficiente, de modo a permitir a rápida obtenção de melhores genótipos de pinhão manso<sup>11</sup>. Além do mais, a caracterização da dinâmica floral para variados materiais genéticos pode auxiliar na minimização das perdas de produção<sup>3</sup>.

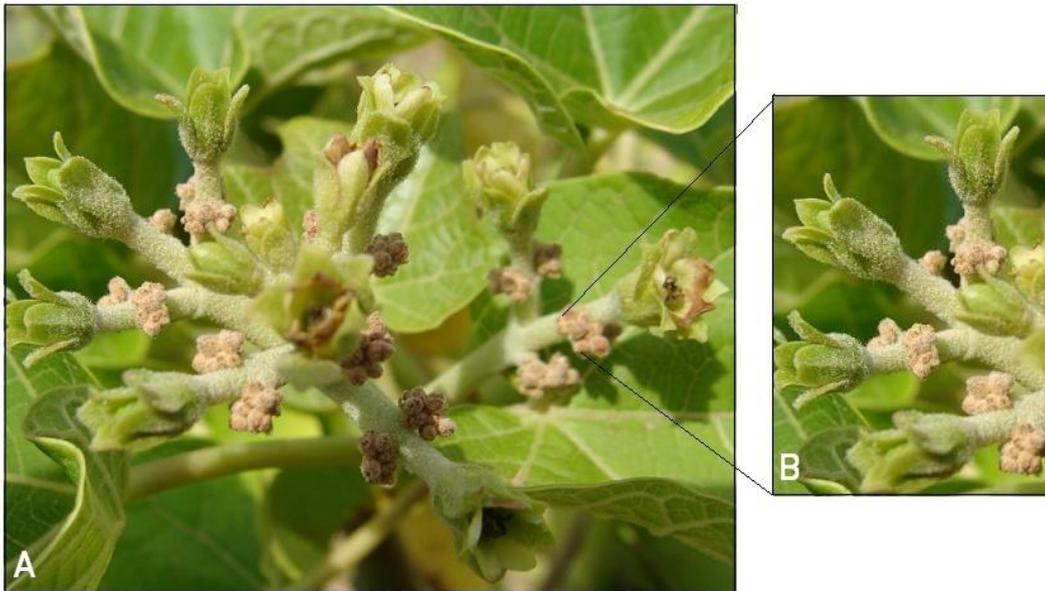


Figura 4: A e B: Inflorescências do acesso CNPAPM de *Jatropha curcas* L., com flores masculinas de sexo incompleto localizadas no pedicelo da flor feminina

Foi observado um variado número de flores por inflorescência, com amplitude de variação de 1 a 125 flores masculinas para de 0 a 18 flores femininas por inflorescência. Outros estudos têm demonstrado que o número de flores masculinas é sempre maior que o número de flores femininas. Ao analisar a biologia floral e a caracterização morfológica da germinação das sementes de pinhão manso, autores verificaram que o número de flores masculinas variou de 42 a 241 e flores femininas 3-31<sup>4</sup>. Ao observar a polinização em 82 inflorescências pinhão manso, constatou-se que 51% das inflorescências apresentaram de 2 a 28 flores masculinas para cada flor feminina, sendo que o número máximo de flor feminina observada foi de 12 flores femininas por inflorescência<sup>13</sup>. Ao avaliar a Biologia floral e a floração artificial do pinhão manso, observou-se que o número de flores femininas por inflorescência variou de 4 a 12. Em relação às flores masculinas, a variação foi superior, tendo sido conferidas inflorescências com 87 flores e outras com até 222 flores masculinas<sup>9</sup>. Ao estudar o comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da caatinga no Semi árido do Brasil, verificou-se que a intensidade da atividade floral nas três espécies foi maior em flores estaminadas durante a maior parte do tempo<sup>15</sup>. No pinhão manso a relação de floras masculina para cada flor feminina é muito variável e ao estudar o padrão de floração nessa espécie observa-se que o número de flores por inflorescência variou de uma a 235 flores, com média de 23 flores masculinas para cada flor feminina e acrescenta-se que há ocorrência de inflorescências que possuem apenas flores masculinas<sup>12</sup>.

A inflorescência de *Jatropha curcas* é composta por 100 a 300 flores e produz cerca de 10 ou mais frutos<sup>10</sup>. Uma das razões para a baixa produção dessa espécie é que há poucas flores femininas e a proporção de flores masculinas para flores masculinas é de cerca de 1:13- 1:29, dependendo do genótipo<sup>20</sup>. É verificado na literatura divergências de informação quanto a variabilidade no número de flores e sua proporção em inflorescências do pinhão manso sendo esse fato atribuído à desuniformidade genética entre as plantas atualmente estudadas, pois trata-se de uma cultura que encontra-se em fase de domesticação<sup>21</sup>. Nesse sentido, a disponibilidade de germoplasma conservado para subsidiar programas de melhoramento genético é um fator condicionante<sup>27</sup> para obtenção de genótipos elite.

Uma maior quantidade de flores femininas é um fator desejável, pois uma única flor masculina poderá fecundar várias flores femininas, entretanto nem sempre o número de flores femininas fecundadas coincidirá com o número de frutos/sementes que alcançam a maturidade fisiológica, entretanto alguns fatores característicos da espécie merecem especial atenção para futuros programas de melhoramento genético, como a necessidade de aumento do número de flores femininas por inflorescência<sup>19</sup>, além do aumento na eficiência de frutificação e uniformidade na maturação dos frutos.

#### 4. CONCLUSÃO

Não há divergência morfológica nas características de flores pistiladas entre os acessos de *Jatropha curcas* L., que compõe o Banco Ativo de Germoplama.

O acesso CNPAPMVII de *Jatropha curcas* L., apresenta inflorescências com flores estaminadas de características anômalas: atrofiadas, desprovidas de pedicelo, ausência de estruturas reprodutivas e localizadas e no pedicelo das flores pistiladas.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de PNPd e a Embrapa Algodão pela Infraestrutura.

- 
1. Alves A A, Bhering L L, Rosado T B, Laviola B G, Formighieri E F, Cruz C D. Joint analysis of phenotypic and molecular diversity provides new insights on the genetic variability of the Brazilian physic nut germplasm bank. *Genetics and Molecular Biology*, v.36, n.3, p.371-381, 2013.
  2. Avelar R C, Silva F M, Castro Neto P, Fraga A C. Avaliação do desenvolvimento de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) do banco de germoplasma da UFLA. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, óleos, Gorduras e Biodiesel, 5, 2008, Lavras-MG. *Anais...* Lavras-MG, UFLA, 2008. (CD ROOM).
  3. Battisti R, Pilau F G, Schwerz L, Somavilla L, Tomm G O. Dinâmica floral e abortamento de flores em híbridos de canola e mostarda castanha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.48, n.2, p.174-181, 2013.
  4. Brasileiro B G, Dias D C F S, Bhering M C D, Santos L A. Floral biology and characterization of seed germination in physic nut (*Jatropha curcas* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.34, n.4, p.556-560. 2012.
  5. Brenha J A M, Neto V B P. Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) no município de Chapadão do Sul-MS. IN: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFMS. 10., 2009. Mato Grosso do Sul. *Anais...*Mato Grosso do Sul: UFMS, 2009 (CD ROOM).
  6. Duthion C, Pigeaire A. Seed lengths corresponding to the final stage in seed abortion of three grain legumes. *Crop Science*, n.31, p.1579-1583, 1991.
  7. Fernandes J D, Chaves L H G, Dantas J P, Silva J R P. Fenologia e produção do pinhão-manso cultivado com diferentes fontes de adubação. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, n.2, p.339-346, 2013.
  8. Hiruma-Lima, C A, Souza-Brito A R M, Guimarães E M, Santos C M, Di Stasi L C. Euphorbiales medicinais. In: Di Stasi L C, Hiruma-Lima C A. (Eds. Téc.). *Plantas Mediciniais na Amazônia e na Mata Atlântica* 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: UNESP, p 236-258, 2002.
  9. Juhász A C P, Pimenta S, Soares B L, Morais D L B, Rabello H O. Biologia floral e polinização artificial de pinhão manso no norte de Minas Gerais, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.9, p.1073-1077, 2009.
  10. Kumar A, Sharma S. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): a review. *Ind Crop Prod*, n.28, v.1, p 1-10, 2008.
  11. Laviola B G, Alves A A, Gurgel F L, Rosado T B, Costa R D, Rocha B R. Estimate of genetic parameters and predicted gains with early selection of physic nut families. *Ciência e Agrotecnologia*, v.36, n.2, p.163-170, 2012,.
  12. Lucena A M A, Arriel N H C, Freire M A O, Albuquerque F A, Andrade J R, Beltrão N E M. Descrição do padrão de floração do Pinhão Manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA IV E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS 2010, João Pessoa-PB. *Anais...*João Pessoa-PB: Embrapa Algodão, 2010. (CD ROOM).
  13. Lucena A M A, Farias A L, Albuquerque A, Souza A S, Arriel N H C. Avaliação da polinização artificial em pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, V, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS II E FÓRUM CAPIXABA DE PINHÃO MANSO, I. 2012, Guarapari –ES. *Anais...* Guarapari –ES : Embrapa Algodão, 2012. (CD ROM)
  14. Melo M F V, Santos H O, Souza E M, Silva-Mann R. Descritores morfológicos de acessos de *Jatropha curcas* L. do banco ativo de germoplasma da Universidade Federal de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5., 2008, Lavras-MG. *Anais...* Lavras-MG, UFLA, 2008. (CD ROOM).
  15. NEVES, E. L.; FUNCH, L.S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da caatinga, Semi-árido do Brasil. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, vol.33, no.1, p.155-166, 2010.

16. Oliveira V D. *Variabilidade genética de pinhão manso cultivado em dois agroecossistemas de Sergipe*. 2010. 33p. (Dissertação – Mestrado em Agroecossistemas, Área de concentração: Sistemas de Produção Sustentáveis). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2010.
17. Oliveira V D, Rabbani A R C, Silva A V C, Ledo A S. Genetic variability in physic nuts cultivated in Northeastern Brazil. *Ciencia Rural*, v.43, n.6, p. 978-984, 2013,.
18. Oliveira M I P, Rocha M S R, Lucena A M A, Azevedo C F, Arriel N H C, Bartolomeu C R C, Beltrão N E M. Caracterização morfo-anatômica de folhas e caule de *Jatropha curcas* L. (EUPHORBIACEA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS E BIODIESEL, 5, 2008, Lavras-MG. *Anais...* Lavras-MG, UFLA, 2008. (CD ROM).
19. Paiva Neto V G, Brenha J A M, Freitas F B, Zuffoii M C R, Alvarez R C F. Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34 n.3, p.558-563, 2010.
20. PAN, B-Z.; XU, Z-F. Benzyladenine Treatment Significantly Increases the Seed Yield of the Biofuel Plant *Jatropha curcas*. *J Plant Growth Regul.* n30, p. 166–174. 2011.
21. Pereira J C S, Fidelis R R, Erasmo E A L, Santos P M, Barros H B, Carvalho G L. Florescimento e frutificação de genótipos de pinhão manso sob doses de fósforo no cerrado da Região Sul do Tocantins. *J. Biotec. Biodivers.* v.2, n.2: p. 28-36, 2011.
22. Pessoa A M S, Mann R S, Santos A G, Ribeiro M L F. Morphological floral characterization in accessions of *Jatropha curcas* L.. *Scientia Plena*, vol. 8, n.3, p 1-7, 2012.
23. Rodrigues S R, Oliveira H N, Santos W T, Abot A R. Aspectos biológicos e danos de *Pachycoristorridus* em pinhão-manso. *Bragantia*, v.70, n.2, p.356-360, 2011.
24. Santos M J, Machado I C, Lopes A V. Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.28, n.2, p.361-373. 2005.
25. Sátiro L N, Roque N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.22, n.1, p.99-118. 2008.
26. Severino L S. *Studies on the seed and plant physiology of castor (Ricinus communis L.)*. 2012. 113f.. (Doutorado em Philosophy, Área de concentração: Planta e Ciências do Solo). Texas Tech University, Lubbock-TX, Estados Unidos da América, 2012.
27. Silva R C, Camillo J, Luis Z G, Pereira J E S. Potencial germinativo e morfoanatomia foliar de plântulas de pinhão-manso originadas de germoplasma criopreservado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.8, p.836-845, 2011.
28. Vidal W N, Vidal M R R. *Botânica – Organografia: Quadros Sinóticos Ilustrados de Fanerógamos*, 4. ed. Viçosa-MG: UFV, 124p, 2007.