

Foto: Amanda Micheline Amador de Lucena



Biologia Reprodutiva do Pinhão-Manso

Fabio Aquino de Albuquerque¹
Amanda Micheline Amador de Lucena²
Alexandra Leite de Farias³
Nathalia Thaynã Farias Cavalcanti⁴
Kleydianne da Silva Santos⁵
Nair Helena Castro Arriel⁶

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie perene e monoica, pertencente à família das Euforbiáceas, que tem se destacado entre as plantas oleaginosas por oferecer um óleo empregado na indústria farmacêutica e cosmética e, principalmente, por ser cogitado como uma das alternativas de matéria-prima para fabricação de biodiesel.

Atualmente, diversos trabalhos de pesquisa estão sendo conduzidos, principalmente para identificar genótipos de pinhão-manso com adaptação a diversas condições edafoclimáticas do Brasil e desenvolver sistemas de produção e condução adequados às diversas regiões potencialmente produtoras de pinhão-manso. Ressalta-se que o conhecimento da biologia floral e do comportamento reprodutivo de uma espécie é de fundamental importância, tanto para subsidiar a condução de programas de melhoramento genético quanto para o correto manejo da cultura (KILL; COSTA, 2003).

O estudo da biologia reprodutiva é indispensável para compreender o processo de formação dos frutos e sementes. Entretanto, pouco se sabe sobre a influência da forma de fertilização e os agentes polinizadores e sobre a biologia reprodutiva dessa oleaginosa. Nesse sentido, faz-se necessário reunir informações a respeito da biologia reprodutiva e dos insetos visitantes e polinizadores do pinhão-manso para que se possam estabelecer estratégias eficientes de fertilização dessa cultura e conseqüentemente elevar sua produtividade.

A transição da fase vegetativa para a fase reprodutiva das plantas é marcada pela capacidade da planta de produzir flores, mas, um dos pré-requisitos para a formação das flores é a indução floral (LACHER, 2000). Nas plantas que se autoinduzem, como o pinhão-manso, esse evento ocorre espontaneamente quando uma idade geneticamente determinada é alcançada. O número de inflorescências lançadas por uma

¹ Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, fabio.albuquerque@embrapa.br

² Bióloga, D. Sc. em Recursos Naturais, bolsista de pós-doutorado CNPq/Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, amandamicheline@hotmail.com

³ Graduanda em Agroecologia, bolsista CNPq/ Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, belinha.parari@gmail.com

⁴ Graduanda em Agroecologia, estagiária da Embrapa Algodão Campina Grande, PB, nataliathayna@yahoo.com.br

⁵ Graduanda em Ciências Biológicas, estagiária da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, kleydi_silva@hotmail.com

⁶ Engenheira agrônoma, D.Sc. em Melhoramento Genéticos, pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, nair@cnpa.embrapa.br

planta de pinhão-manso está associado a inúmeros fatores ambientais, mas sabe-se que o correto suprimento hídrico e de nutrientes poderá favorecer a emissão de inflorescências durante todo o ano; entretanto, por tratar-se de uma espécie ainda não domesticada, observa-se que, numa mesma área e dispondo dos mesmos tratamentos culturais, plantas apresentam diferenciado número de inflorescências e inflorescências com diferentes proporções de flores masculinas e femininas.

A inflorescência do pinhão-manso constitui o órgão reprodutivo da planta e originará os componentes vegetais que darão origem ao fruto e, conseqüentemente, às sementes. O florescimento é um dos principais estágios fenológicos para a produção, uma vez que o número de flores femininas e sua fecundação podem determinar quantos frutos e sementes serão geradas. Conforme Juhász et al. (2009), o florescimento inicia-se, normalmente, após um período de dormência da planta. No Brasil, isso ocorre após o inverno quando a temperatura e a precipitação são reduzidas. Após a indução do florescimento, este se torna contínuo por períodos prolongados, de acordo com a disponibilidade de água no solo.

O número de frutos que o pinhão-manso poderá produzir ao longo do período produtivo vai depender de fatores inerentes à planta e à própria inflorescência, como a proporção entre o número de flores femininas/masculinas. A polinização das flores também pode estar relacionada a fatores edafoclimáticos (LUCENA et al., 2010).

A polinização representa um fator de produção fundamental na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo. O processo de polinização pode ocorrer na própria planta, onde o grão de pólen é transportado para o estigma da flor ou, ainda, com a transferência dos grãos de pólen da antera de uma flor para o estigma de outra flor da mesma espécie, mas de plantas diferentes com intervenção de agentes polinizadores, como, por exemplo, os insetos (SOUZA et al., 2007).

A polinização de *Jatropha* spp. é basicamente entomófila, o que favorece a fecundação cruzada ou xenogamia, portanto, o conhecimento das particularidades da polinização, da fecundação e do desenvolvimento das sementes dessa espécie poderá facilitar o entendimento do mecanismo genético, da escolha do método de melhoramento

aplicáveis à espécie e ao tipo de variedade a ser obtido (HELLER, 1996). Diante disso, objetivou-se descrever aspectos da biologia reprodutiva do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

O estudo foi realizado no período de 9/9/2011 a 10/11/2011, com plantas do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) da Embrapa Algodão, situado no Município de Patos, PB, sob as coordenadas 7°0'37"S 37°20'14"W. O município apresenta clima quente e úmido, com máxima de 37 °C e mínima de 26 °C, e, de acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo semiárido quente, classificado como Bsh, onde a semiaridez do clima caracteriza a paisagem. Esse clima quente e seco, com chuvas de verão, alcança os índices mais baixos de precipitação do estado, com média anual de 500 mm (PARAIBA, 2006).

O BAG de pinhão-manso foi instalado em 2008, e as plantas são mantidas sob irrigação por aspersão, num espaçamento de 3 m x 2 m. No período do estudo, a coleção do BAG estava representada por 199 acessos oriundos de diferentes procedências, e as plantas contavam com 44 meses de implantação.

Foram selecionadas inflorescências jovens contendo todas as flores fechadas. As inflorescências selecionadas foram etiquetadas e isoladas com tecido tipo "voil" (porosidade de 0,1 mm²) antes da antese, no intuito de protegê-las de agentes polinizadores. Registrou-se o número de flores femininas e masculinas por inflorescências e o número de frutos gerados a partir dos tratamentos (Figura 1):

I) Geitonogamia 1 - Polinização realizada com pólen proveniente de flores masculinas da mesma inflorescência (autopolinização).

II) Geitonogamia 2 - Polinização realizada com pólen proveniente de flores masculinas de outra inflorescência da mesma planta.

III) Xenogamia - Polinização das flores com pólen de outra planta.

O estudo contemplou 77 inflorescências, que foram selecionadas em 59 acessos de pinhão-manso. O número de inflorescência e flores utilizadas em cada tratamento variou conforme a disponibilidade destes (Tabela 1).

PROCESSOS DE POLINIZAÇÃO

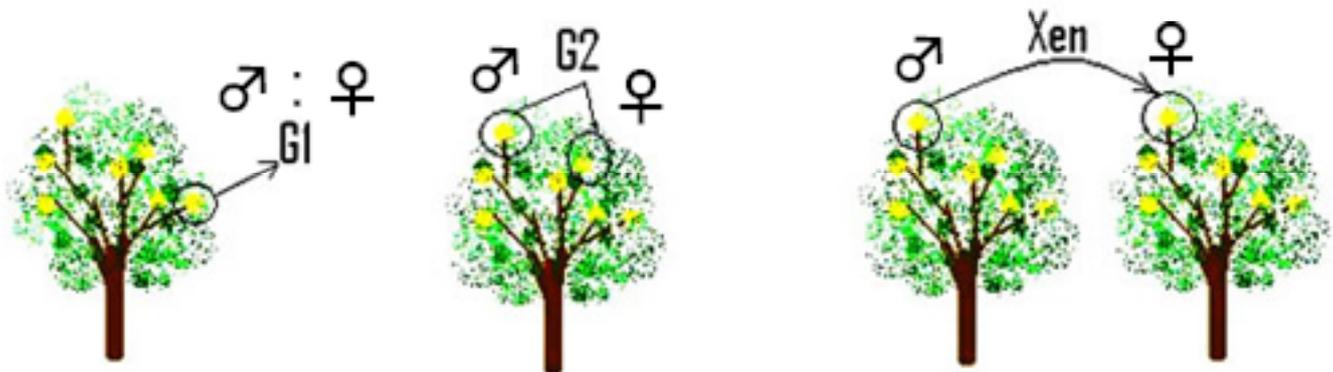


Figura 1. Ilustração dos processos de fertilização estudados: G1 = geitonogamia 1; G2 = geitonogamia 2; Xen = xenogamia.

Tabela 1. Número de inflorescência e flores utilizadas em cada processo de polinização.

Tratamento	Nº de inflorescências	Nº de flores
Geitonogamia 1	38	120
Geitonogamia 2	20	100
Xenogamia	19	70

Nos tratamentos geitonogamia 2 e xenogamia, foram selecionadas inflorescências antes da antese, as quais foram submetidas à emasculação. A polinização artificial foi realizada manualmente, colocando-se as anteras com pólen em contato com o estigma das flores receptoras logo após a antese (Figura 2).

Após o processo de fertilização, todas as inflorescências foram novamente isoladas, sendo os sacos de “voil” retirados somente após o desenvolvimento/abortamento dos frutos ou queda das flores.

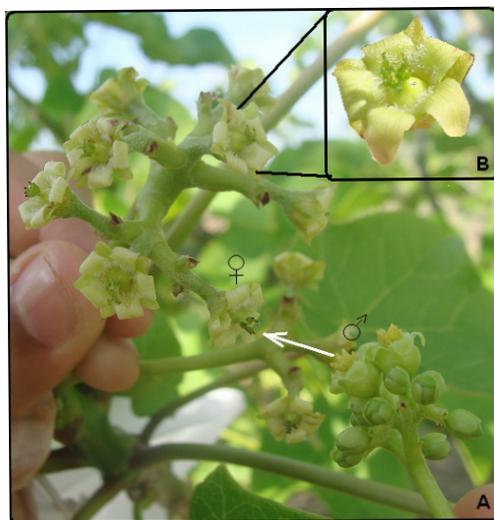


Figura 2. Fertilização artificial: flor masculina (A) com pólen para ser depositado no estigma da flor feminina (B). Foto: Amanda Micheline Amador de Lucena.

Foram avaliados o número de flores femininas e masculinas das inflorescências e o número de frutos gerados a partir da polinização artificial com pólen de flores da mesma inflorescência (G1), com pólen de flores de outra inflorescência da mesma planta (G2) e com pólen de outra planta (Xen).

A determinação da proporção do número de flores (♂ : ♀) foi realizada a partir da contagem direta das flores de cada inflorescência. Por causa da grande variação na proporção entre flores masculinas e femininas, fez-se o agrupamento por classe de frequência, tomando-se por base a amplitude. Em todos os tratamentos foi quantificado o número de frutos gerados, e os dados foram expressos em porcentagem. Para obter-se a significância, os dados obtidos em cada tratamento foram cruzados aplicando-se o teste do Quiquadrado: $\chi^2 = ((ad - cb)^2 \cdot N) / ((a + b)(c + d)(a + c)(b + d))$.

Resultados e Discussão

Foram observadas inflorescências contendo uma proporção que variou de 2 a 125 flores masculinas para cada flor feminina, sendo que, das 77 inflorescências estudadas, 40 inflorescências se enquadraram no grupo apresentando de 2 a 28 flores masculinas para cada flor feminina, sendo o maior grupo da análise de frequência. (Tabela 2). Esse fato se deve à inflorescência do pinhão-manso ser do tipo cimeira, com predominância de flores masculinas, que geralmente estão localizadas no entorno das flores femininas.

Tabela 2. Classes de agrupamento em razão do número proporcional de flores masculinas/femininas encontradas em inflorescências do pinhão-manso.

Classes de frequência	Proporção (%)
2 – 28	51,35
29 – 57	29,72
58 – 86	13, 51
87 - 115	5,40
Amplitude	28,52

Ao avaliar a biologia floral e a floração artificial do pinhão-manso, Juhász et al. (2009) verificaram que o número de flores femininas por inflorescência variou de 4 a 12. Em relação às flores masculinas, a variação foi superior, tendo sido observadas inflorescências com 87 flores e outras com até 222 flores masculinas. Em média, observaram-se 7,2 flores femininas para 138,5 flores masculinas, nas 11 inflorescências avaliadas. Lucena et al. (2010) afirmam que no pinhão-manso a relação de flor masculina para cada flor feminina é muito variável, e, ao estudar o padrão de floração nessa espécie, constataram que o número de flores por inflorescência mistas variou de 1 a 235 flores, com média de 23 flores masculinas para cada flor feminina, além de haver ocorrência de inflorescências que possuem apenas flores masculinas. No presente trabalho observou-se maior frequência de inflorescências contendo entre 2 e 28 flores masculinas para cada flor feminina. Contudo, uma maior quantidade de flores femininas é um fator desejável, pois os grãos de pólen de uma única flor masculina poderão 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.

No tratamento de geitonogamia 1, foram avaliadas 38 inflorescências e constatou-se que 11 inflorescências apresentaram 100% de frutificação. Contudo, 18 inflorescências não apresentaram frutificação. As 9 inflorescências restantes tiveram eficiência de frutificação com uma variação de 40% a 80% de frutificação das flores fecundadas (Figura 3A).

No tratamento de geitonogamia 2, foram avaliadas 20 inflorescências e constatou-se que, desse total, 6 inflorescências frutificaram 100%. Observou-se que 11 inflorescências tiveram eficiência de frutificação, variando de 14% a 83% e, em 3 inflorescências, não foi observado o processo de frutificação das flores fecundadas (Figura 3B). De acordo com Juhász et al. (2009), no pinhão-manso, apesar de ser possível a autofecundação e posterior desenvolvimento de frutos por geitonogamia, prevalece a formação de frutos por xenogamia, uma vez que não há um sincronismo na abertura de flores femininas e masculinas na mesma inflorescência. Fato também observado por Lucena et al. (2010), que, ao descreverem o padrão de floração do pinhão-manso, constataram que a abertura das flores não tem um padrão definido e, portanto, não há uma ordem predeterminada para que a antese ocorra inicialmente nas flores femininas ou nas masculinas.

No tratamento no qual as flores femininas foram fecundadas com pólen oriundo de outra planta, verificou-se que, das 19 inflorescências analisadas, 7 frutificaram plenamente; em 5 inflorescências houve uma variação na eficiência de frutificação de 33% a 80%, e 7 inflorescências não chegaram a frutificar (Figura 4).

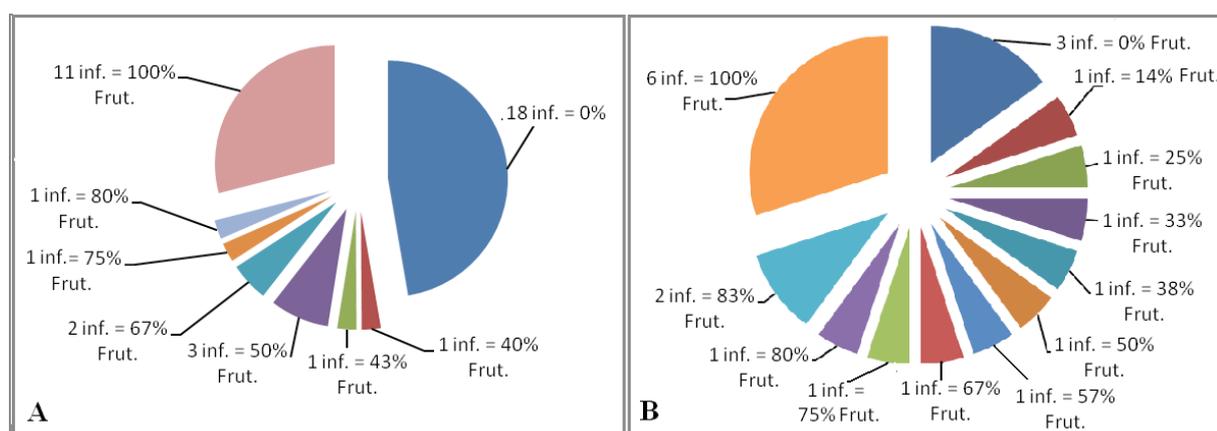


Figura 3. Porcentagem de frutificação nos tratamentos geitonogamia 1 (A) e geitonogamia 2 (B).

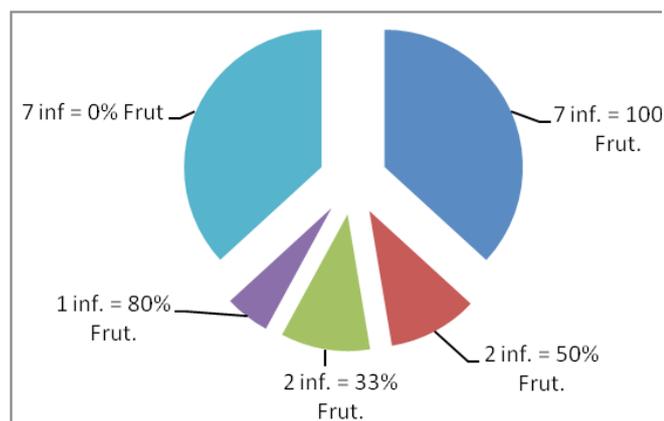


Figura 4. Porcentagem de frutificação no tratamento xenogamia.

No tratamento geitonogamia 1 foram avaliadas 38 inflorescências e desse total, aproximadamente 53% das inflorescências frutificaram. Na geitonogamia 2 foram avaliadas 20 inflorescências e 85% destas apresentaram frutificação. Ressalta-se que as inflorescências do pinhão-manso possuem número de flores diferentes e em termos de eficiência relativa de frutificação quando se considera o número de frutos desenvolvidos em função da quantidade de flores femininas fertilizadas, a eficiência da geitonogamia 2 foi maior (63%) enquanto na geitonogamia 1 e xenogamia foram de 50,83% e 52,85%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Número de flores femininas fecundadas e frutos gerados em plantas de pinhão-manso submetidas aos tratamentos avaliados. Patos, PB, 2011.

Tratamento	Nº de flores Fecundadas	Nº de frutos gerados	(%) de frutos Gerados
Geitonogamia 1	120	61	50,83 ^{ns}
Geitonogamia 2	100	63	63 ^{ns}
Xenogamia	70	37	52,85 ^{ns}

ns = não significativo em nível de 5% de probabilidade.

Embora tenha sido observada uma variação de 50% a 83% dos frutos gerados a partir dos tratamentos estudados, não foram constatadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) pelo teste do Quiquadrado (Tabela 3). Também não foram observadas diferenças significativas quando Almeida Junior et al. (2011) estudaram os mecanismos reprodutivos do pinhão-manso, verificando que o percentual de frutos gerados nos tratamentos xenogamia, geitonogamia 1, geitonogamia 2 foi de 95%, 92,10% e 89,47%, respectivamente. Os referidos autores corroboram com as constatações obtidas no referido estudo, demonstrando que a cultura do pinhão-manso não apresenta autoincompatibilidade.

Conclusões

Das inflorescências avaliadas, 51% apresentaram de 2 a 28 flores masculinas para cada flor feminina.

Com o tratamento geitonogamia 2, foi obtida a maior eficiência de frutificação.

A espécie *J. curcas* não apresenta problemas de incompatibilidade na polinização, indicando a viabilidade de cruzamento em trabalhos de melhoramento que possibilitarão a intensificação dos estudos para incremento de produtividade.

Referências

- ALMEIDA JUNIOR, J. G. de; BANDEIRA, A. da S.; NASCIMENTO, E. T. do; PÉREZ-MALUF, R. Mecanismos reprodutivos do pinhão manso *Jatropha curcas* L. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 63., 2011, Goiânia. **Cerrado: água, alimento e energia.** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2011. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/7762.htm> . Acesso em: 16 jul. 2013.
- HELLER, J. **Physic nut *Jatropha curcas* L.:** promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 66 p. Disponível em: <http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/161_Physic_nut_Jatropha_curcas_L.pdf> . Acesso em: 15 jul. 2013.
- JUHÁSZ, A. C. P.; PIMENTA, S.; SOARES, B. O.; MORAIS, D. de L. B.; RABELLO, H. de O. Biologia floral e polinização artificial de pinhão-manso no norte de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 9, p. 1073-1077, set. 2009.
- KIILL, L. H. P.; COSTA, J. G. da. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 851-856, set./out. 2003.
- LACHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos, SP: Rima, 2000. 531 p.

LUCENA, A. M. A. de; ARRIEL, N. H. C.; FREIRE, M. A. de O.; ALBUQUERQUE, F. A. de; ANDRADE, J. R. de; BELTRÃO, N. E. de M. Descrição do padrão de floração do pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Inclusão social e energia**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 1 CD-ROM.

PARAÍBA. Secretaria Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. João Pessoa, 2006. 1 CD-ROM.

SOUZA, D. L.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M. do S. de C. As abelhas como agentes polinizadores. **REDVET - Revista Electrónica de Veterinaria**, Málaga, v. 8, n. 3, 2007. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030307/030709.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

Comunicado Técnico, 372

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Algodão
 Endereço: Oswaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174
 Fone: (83) 3182 4300
 Fax: (83) 3182 4367
 E-mail: cnpa.sac@embrapa.br

1ª edição: on line
 1ª impressão

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
 e Abastecimento**



Comitê de publicações

Presidente: Odilon Reny Ribeiro Ferreira Silva
 Secretário-Executivo: Geraldo Fernandes de S. Filho
 Membros: Augusto Guerreiros Fontoura Costa, Gilvan Barbosa Ferreira, João Luis da Silva Filho, João Paulo Saraiva Morais, Liziane Maria de Lima, Marleide Magalhães de Andrade Lima, Valdinei Sofiatti e Virgínia de Souza Columbiano Barbosa

Expediente

Supervisão editorial: Geraldo Fernandes de S. Filho
 Revisão de texto: Everaldo Correia da Silva Filho
 Editoração eletrônica: Oriel Santana Barbosa
 Normalização bibliográfica: Ana Lúcia D. de Faria