

Diversidade e comportamento de abelhas visitantes de *Jatropha curcas* L. no semiárido baiano

Diversity and behavior of bee visitors of *Jatropha curcas* L. in the semi-arid region of Bahia

Diversidad y comportamiento de abejas visitantes de *Jatropha curcas* L. en el semiárido de Bahía

Zilda Cristina Malheiros Lima¹, Eduardo Tigre do Nascimento², Priscila Silva Miranda³, Raquel Pérez-Maluf⁴, Aldenise Alves Moreira⁵

¹Doutoranda em Agronomia pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em fitotecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB, 45033-300, Vitória da Conquista, BA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8383-8292>, E-mail: zildacristinaml@gmail.com

² Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Técnico em Desenvolvimento Rural do Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Águia Branca, Espírito Santo. E-mail: agrontigre@hotmail.com

³Doutora em Agronomia pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em fitotecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB, 45033-300, Vitória da Conquista, BA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6480-7805>, E-mail: miranda.priscila48@gmail.com

⁴Doutora em Biologia do Comportamento pela Universidade de Paris XIII, docente titular na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB, 45033-300, Vitória da Conquista, BA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5385-0760>, E-mail: raquelmaluf@uesb.edu.br

⁵Doutora em Proteção de Plantas pela UNESP, docente plena na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB, 45033-300, Vitória da Conquista, BA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2362-9624>, E-mail: aldenise.moreira@gmail.com.

Recebido em: 19 abr. 2025 - Aceito em: 31 jul. 2025 - Publicado em 01 out. 2025

Resumo

O presente estudo teve como objetivo identificar as abelhas visitantes das flores do pinhão manso e o potencial polinizador das espécies em uma região do semiárido baiano, Brasil. O trabalho foi conduzido durante três períodos de florescimento do pinhão manso, período em que as abelhas foram observadas e coletadas. Capturou-se 520 indivíduos pertencentes a 12 espécies: *Apis mellifera*, *Cephalotrigona* sp., *Frieseomelitta* sp., *Melipona quadrifasciata*, *Schwarziana quadripunctata* e *Trigona spinipes*, *Augochlora* sp., *Augochloropsis* spp. A espécie mais abundante foi *A. mellifera*, e a única considerada constante e dominante. *Cephalotrigona* sp. e *T. spinipes* foram, respectivamente, a segunda e terceira espécies mais abundantes, foram classificadas como acessórias e não dominantes. Pode-se concluir que *A. mellifera* é polinizadora efetiva do pinhão manso sob as condições avaliadas.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, biocombustível, estrutura da comunidade, *Jatropha curcas*.

Abstract

The present study aimed to identify the bee species visiting the flowers of *Jatropha curcas* and the pollination potential of these species in a region of the bahian semi-arid, Brazil. The study was conducted during three blooming periods of *Jatropha curcas*, during which bees were observed and collected. A total of 520 individuals from 12 species were captured: *Apis mellifera*, *Cephalotrigona* sp., *Frieseomelitta* sp., *Melipona quadrifasciata*, *Schwarziana quadripunctata*, *Trigona spinipes*, *Augochlora* sp., *Augochloropsis* spp. The most abundant species was *A. mellifera*, and it was the only one considered constant and dominant. *Cephalotrigona* sp. and *T. spinipes* were the second and third most abundant species, respectively, and were classified as accessory and non-dominant. It can be concluded that *A. mellifera* is an effective pollinator of *Jatropha curcas* under the evaluated conditions.

Keywords: *Apis mellifera*, biofuel, community structure, *Jatropha curcas*.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo identificar las abejas visitantes de las flores del pinhão manso y el potencial polinizador de las especies en una región del semiárido de Bahía, Brasil. El trabajo se llevó a cabo durante tres períodos de floración del pinhão manso, durante los cuales las abejas fueron observadas y colectadas. Se capturaron 520 individuos pertenecientes a 12 especies: *Apis mellifera*, *Cephalotrigona* sp., *Frieseomelitta* sp., *Melipona quadrifasciata*, *Schwarziana quadripunctata*, *Trigona spinipes*, *Augochlora* sp., *Augochloropsis* spp. La especie más abundante fue *A. mellifera*, y la única considerada constante y dominante. *Cephalotrigona* sp. y *T. spinipes* fueron, respectivamente, la segunda y tercera especies más abundantes, clasificándose como accesorias y no dominantes. Se puede concluir que *A. mellifera* es un polinizador efectivo del pinhão manso bajo las condiciones evaluadas.

Palabras-clave: *Apis mellifera*, biocombustible, estructura de la comunidad, *Jatropha curcas*.

A família Euphorbiaceae é uma das mais diversificadas em espécies de plantas, abrangendo aproximadamente 6.547 espécies, entre elas o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e a mamona (*Ricinus communis* L.) (The plant list, 2013). Essas espécies destacam-se pelo significativo potencial para a produção de biocombustíveis (Neves; Machado; Viana, 2011a). O pinhão manso, em particular, apresenta características desejáveis, como excelente qualidade e estabilidade oxidativa do óleo, baixa viscosidade e baixo ponto de fluidez (Li *et al.*, 2017), o que o torna uma alternativa promissora para sistemas produtivos sustentáveis.

Entretanto, como se trata de uma espécie nativa da América tropical e ainda não completamente domesticada, seu cultivo pode apresentar dificuldades agrônomicas (Pecina-Quintero *et al.*, 2014). Nesse sentido, instituições das Américas e da Ásia têm se empenhado em sua domesticação por meio de programas de melhoramento genético (Silva *et al.*, 2017). Contudo, a produtividade da cultura depende de forma direta de aspectos fenológicos e reprodutivos, especialmente do sucesso da polinização (Nietsche *et al.*, 2014).

Compreender a biologia floral e o sistema reprodutivo da espécie é, portanto, essencial para o desenvolvimento de estratégias que aumentem a produtividade e garantam sustentabilidade ao cultivo (Brasileiro *et al.*, 2012; Rincón-Rabanales, 2016). Uma dessas estratégias é o manejo adequado de polinizadores eficientes. No entanto, há lacunas significativas no conhecimento da biologia floral e reprodutiva do gênero *Jatropha* no Brasil (Juhász *et al.*, 2009).

O pinhão manso é uma planta monóica, com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência, e depende da ação de vetores para a polinização. Embora estudos realizados na Índia apontem abelhas e outros insetos como principais polinizadores (Kaur; Gill; Dhillon, 2011), no Brasil os trabalhos ainda são escassos, especialmente com a espécie *J. curcas*. Pesquisas com espécies congêneres como *J. mutabilis* e *J. mollissima* foram realizadas em Pernambuco e na Bahia (Santos; Machado; Lopes, 2005; Neves; Viana, 2011b), enquanto estudos com *J. curcas* concentram-se principalmente em Minas Gerais e no Rio Grande do Sul (Juhász *et al.*, 2009; Paiva Neto *et al.*, 2010).

Assim, o presente estudo insere-se nesse contexto, buscando preencher lacunas relacionadas à diversidade e à efetividade dos polinizadores de *J. curcas* no semiárido baiano, além de contribuir com subsídios científicos para práticas agrícolas sustentáveis e para o manejo racional de polinizadores em sistemas agroecológicos, com o objetivo identificar as abelhas visitantes das flores do pinhão-manso e avaliar o potencial polinizador das espécies presentes em uma região do semiárido baiano.

O estudo foi desenvolvido em um monocultivo de 0,5 hectare de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), com idade média de seis anos, localizado no *campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Vitória da Conquista (14°51' S; 40°50' O). Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o município possui clima do tipo Cwa (tropical de altitude), com precipitação e temperatura média anual de 733,9 mm e 20,2 °C, respectivamente (Sei, 2013).

As avaliações foram realizadas ao longo de três períodos de florescimento do pinhão manso, nos meses de novembro, março/abril e dezembro. Período em que as abelhas visitantes nas inflorescências foram observadas semanalmente, das 6h às 18h, sendo que cada indivíduo floral foi observado por cerca de 10 minutos, totalizando 30 plantas observadas ao longo do dia. As abelhas que pousaram sobre as flores foram coletadas e encaminhadas ao Laboratório de Biodiversidade do Semiárido (LABISA), da UESB, onde permaneceram depositadas para coleção de referência.

O estudo da comunidade de abelhas foi realizado a partir da determinação dos índices de riqueza de espécies (S) (número total de espécies coletadas na comunidade) e da diversidade de Shannon (H') (Southwood, 1978). Também foram estimadas a equitatividade (J), a frequência relativa (participação percentual do número de indivíduos da espécie em relação ao total de indivíduos coletados), a constância (calculada a partir da porcentagem de ocorrência das espécies nas coletas), sendo classificadas em: espécies constantes (W) — aquelas que estava presentes em mais de 50% das coletas; espécies acessórias (Y) — presentes entre 25 e 50% das coletas — e espécies acidentais (Z) — presentes em menos de 25% das coletas. Adicionalmente, foi determinada a dominância das espécies (sendo consideradas dominantes as espécies que apresentavam uma frequência relativa superior a 1/S).

A partir da definição das espécies consideradas constantes e acessórias, estimou-se a exploração concomitante dos recursos florais em relação ao horário de visitação a partir do índice de sobreposição de nicho de Pianka (1973). O índice pode variar de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total). O índice de sobreposição de nicho é dado pela fórmula:

$$O_{ij} = \sum_i n_{ij} p_{ij} / \sqrt{\sum_i n_{ij}^2 \sum_i n_{ik}^2}$$

Onde, O_{ij} = índice de sobreposição de nicho de Pianka entre a espécie i e a espécie j ; p_{ij} = proporção do recurso i em um total de recursos utilizados pela espécie j ; p_{ik} = proporção do recurso i em um total de recursos utilizados pela espécie k ; n = é o número total de categorias de recurso para as espécies j e k .

Complementarmente foi realizado um estudo comportamental, em que se observou quais partes do corpo das abelhas ficavam em contato com os órgãos reprodutivos florais, anteras e estigma, durante a visita, assim como o tempo de permanência sobre as flores e os recursos nutricionais explorados na inflorescência, pólen, néctar ou ambos. Para cada espécie estudada, foram realizadas 20 observações em cinco dias e em horários diferentes. Posteriormente, as abelhas foram analisadas em lupa, no laboratório, para determinar a presença de grãos de pólen em diferentes partes do corpo.

A partir dos dados obtidos, as médias foram submetidas a testes de normalidade e homogeneidade, calculada a análise de variância e as médias do tempo de permanência das abelhas nas flores foram comparadas pelo teste de Bonferroni, a 5% de probabilidade.

Foram coletados 520 indivíduos de abelhas pertencentes a 12 espécies diferentes em flores de *Jatropha curcas* L., com predominância marcante de *Apis mellifera*, que representou cerca de 70% das visitas. Esta espécie foi classificada como constante e dominante, evidenciando seu papel central na comunidade de visitantes florais do pinhão manso. As espécies *Cephalotrigona* sp. e *Trigona spinipes* foram as mais frequentes após *A. mellifera*, mas ainda classificadas como acessórias e não dominantes. As demais espécies ocorreram esporadicamente e foram consideradas acidentais (Tabela 1).

Tabela 1. Análise faunística das abelhas visitantes das flores de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), Vitória da Conquista (BA), Brasil.

Família	Subfamília	Espécie	N	F	C	D
Apidae	Apinae	<i>Apis mellifera</i>	364	0,6986	W	D
		<i>Cephalotrigona</i> sp.	67	0,1286	Y	Nd
		<i>Frieseomelitta</i> sp.	1	0,0019	Z	Nd
		<i>Melipona quadrifasciata</i>	14	0,0269	Z	Nd
		<i>Schwarziana quadripunctata</i>	14	0,0269	Z	Nd
		<i>Trigona spinipes</i>	52	0,0998	Y	Nd
	Halictinae	<i>Augochlora</i> sp.	1	0,0019	Z	Nd
		<i>Augochloropsis</i> sp.1	2	0,0038	Z	Nd
		<i>Augochloropsis</i> sp.2	2	0,0038	Z	Nd
		<i>Augochloropsis</i> sp.3	1	0,0019	Z	Nd
		<i>Augochloropsis</i> sp.4	1	0,0019	Z	Nd
		<i>Augochloropsis</i> sp.5	2	0,0038	Z	Nd
	Total		521			

A baixa diversidade (índice de Shannon = 1,05) e equitatividade ($J = 0,42$) refletem uma estrutura comunitária fortemente dominada por uma única espécie, o que é comum em monocultivos (Costa *et al.*, 2008). Tal padrão já foi relatado por Guimarães, Pérez-Maluf e Catellani (2009) e Vilhena e Augusto (2007) em outros sistemas agrícolas, sugerindo que a simplificação da paisagem agrícola reduz a diversidade de visitantes florais, favorecendo espécies generalistas como *A. mellifera*.

O índice de sobreposição de nicho de Pianka revelou valores elevados entre a *A. mellifera* e as outras duas espécies mais abundantes (*Cephalotrigona* sp. = 0,925; *T. spinipes* = 0,93), indicando ampla coincidência nos horários de visitação floral. Apesar disso, não foram observadas interações agonísticas ou deslocamento comportamental entre as espécies, o que pode ser explicado pela baixa densidade de visitantes e pela ampla oferta floral (De-Farias *et al.*, 2022).

A *Apis mellifera* iniciou suas visitas antes das 6h, pois, no início das coletas de abelhas, às 6:00 da manhã, as abelhas já se encontravam coletando recursos sobre as flores do pinhão manso (Figura 1). *Trigona spinipes* e *Cephalotrigona* sp. iniciaram suas coletas entre 6h e 7h. A análise de variância não detectou uma influência do horário no comportamento de

forrageamento de *A. mellifera* ($F=0,49$; ns), *Cephalotrigona* sp. ($F=0,53$; ns) e *T. spinipes* ($F=0,67$; ns).

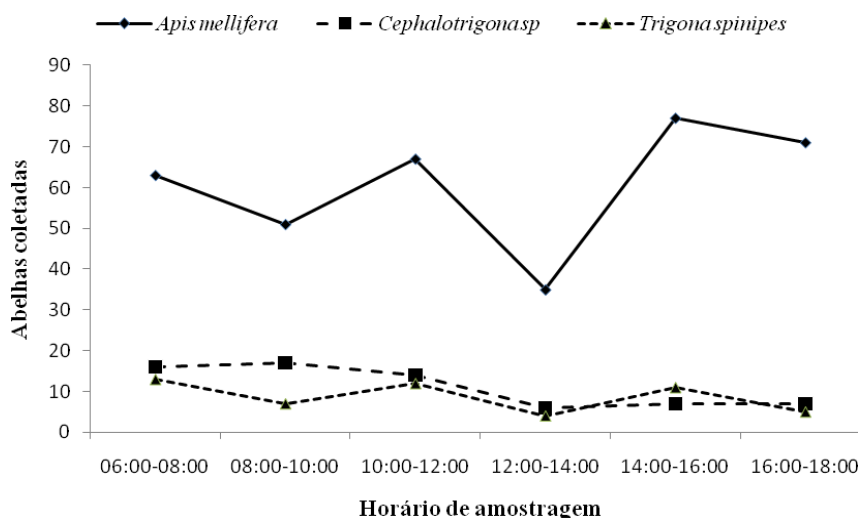


Figura 1. Total de abelhas coletadas em flores na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função dos diferentes horários de amostragem. Vitória da Conquista (BA).

Fonte: Autores.

O comportamento das três espécies de abelhas nas flores foi semelhante. Ao coletarem néctar, introduziam o aparelho bucal e parte da cabeça no interior das flores em busca das glândulas de néctar (nectários) que ficam no interior tanto das flores masculinas quanto nas femininas. Esse movimento permitiu o transporte de pólen das anteras que entravam em contato com o corpo das abelhas, geralmente com a parte frontal da cabeça ou com a região ventral do tórax. Ao visitarem as flores femininas, o pólen era depositado no estigma. Nas abelhas analisadas no laboratório ($n=113$), todas apresentaram grãos de pólen aderidos a pelo menos sete das dez partes do corpo avaliadas (cabeça, antena, 1º, 2º e 3º par de pernas, região ventral e dorsal do tórax, região ventral e dorsal do abdômen e asas). As maiores quantidades de pólen foram encontradas na região ventral do tórax (35 indivíduos), primeiro par de pernas (27 indivíduos), seguido pelo terceiro par (18, sendo 07 destes com corbículas carregadas).

A análise comportamental revelou que *Cephalotrigona* sp. apresentou o maior tempo médio de permanência nas flores (14,47 s), seguido por *T. spinipes* (13,2 s) e *A. mellifera* (6,17 s). Essa diferença, embora estatisticamente significativa ($F = 28,44$; $p < 0,00001$),

não reflete diretamente a eficiência polinizadora. A *A. mellifera* teve menor tempo por visita, mas foi a única espécie classificada como constante e dominante, além de apresentar grãos de pólen em múltiplas regiões do corpo, reforçando seu papel como principal polinizador efetivo, conforme critérios de Free (1993).

Contudo, o comportamento de coleta de *Cephalotrigona* sp. — com visitas mais isoladas entre flores masculinas e femininas — pode comprometer sua eficácia polinizadora, apesar do maior tempo de permanência. A coleta simultânea de pólen e néctar foi mais comum em *A. mellifera* (60%) e *T. spinipes* (65%), o que sugere maior probabilidade de promoverem polinização cruzada (Malagodi-Braga; Kleinert, 2007).

A presença dominante de *A. mellifera*, embora benéfica para a produtividade imediata da cultura, suscita discussões sobre os impactos a longo prazo na manutenção da diversidade de abelhas nativas (Malerbo-Souza *et al.*, 2022). Nesse sentido, estudos adicionais sobre a competição interespecífica e o papel funcional de espécies nativas são necessários para propor práticas agroecológicas mais equilibradas e resilientes.

A diversidade de espécies encontrada neste estudo foi relativamente baixa quando comparada a outras culturas agrícolas, como o urucum (*Bixa orellana* L.), com 22 espécies em Vitória da Conquista (BA) (Costa *et al.*, 2008); a goiaba (*Psidium guajava*), com 17 espécies (Guimarães, Pérez-Maluf e Catellani, 2009) e a acerola (*Malpighia emarginata*), com 25 espécies em Uberlândia (MG) (Vilhena e Augusto, 2007). No entanto, estudos com abelhas visitantes ao gênero *Jatropha* revelam uma diversidade de espécies ainda menor do que a encontrada em Vitória da Conquista. Santos, Machado e Lopes Santos (2005) coletaram quatro espécies de abelhas em *J. mutabilis* (Pohl) e três espécies em *J. mollissima* (Pohl) Baill.

Em áreas cultivadas, principalmente monocultivos, espera-se uma diminuição de diversidade, em função da perda da variedade de recursos vegetais oferecidos aos visitantes florais para forrageamento. A presença de outras plantas floridas, ao mesmo tempo que o pinhão, pode ter contribuído para a diversidade estimada, visto que o período de florescimento dessas culturas coincide com o período das chuvas regionais, havendo, portanto, outros recursos florais nas proximidades do campo experimental.

A presença de *A. mellifera* nas paisagens agrícolas e naturais tem provocado debates importantes sobre a conservação da diversidade das abelhas nativas do Brasil. De hábito generalista e colônias numerosas, competem diretamente com as espécies nativas na exploração dos recursos florais, apresentando dominância na estrutura de várias comunidades de abelhas já estudadas até o presente momento (Malerbo-Souza *et al.*, 2022). No entanto, são escassos os estudos que avaliam a influência de *A. mellifera* na ecologia da polinização de espécies nativas. Para *Jatropha*, dois estudos evidenciaram o papel polinizador de *A. mellifera* para *J. mollissima* e *J. mutabilis* (Santos; Machado; Lopes, 2005; Neves; Viana, 2011b), sendo que os primeiros autores citados consideram a *A. mellifera* como polinizadora eventual de *J. mutabilis*. Além disso, Nascimento *et al.* (2011) verificaram que a *A. mellifera* além de ser a espécie de maior predominância em cultivos como citros, a sua atividade de coleta de pólen se estende ao longo do dia, destacado a função decisiva desta espécie de abelha no processo de polinização em diversas culturas.

As flores do pinhão permaneceram abertas por quase quatro dias na área experimental, com pólen e néctar disponíveis, o que favorece esse comportamento de forrageio. De-Farias *et al.* (2022), observaram que as altas temperaturas nos períodos de sol, favorecem o forrageamento das abelhas nas primeiras horas do dia, o que aumentaria o fluxo de pólen nas flores de pinhão que estão abertas. Depois das 12h, as flores começam a mudar sua aparência e caem, portanto, é possível visualizar a escassez dos grãos de pólen na antera até o final da tarde. Em outro estudo também se observou uma maior atividade das abelhas nas flores na parte da manhã (Neves e Viana, 2011a), associada, provavelmente, à antese floral que ocorre nesse período.

Santos, Machado e Lopes (2005) observaram que as visitas de *A. mellifera* às flores de *J. mollissima* e *J. mutabilis* duraram de 6 a 12 segundos e, como foi observado anteriormente, a espécie foi considerada polinizadora, seja efetiva ou eventual, para as duas espécies. *T. spinipes* é considerada como polinizadora em algumas culturas (Malagodi-Braga; Kleinert, 2007; Oliveira *et al.*, 2008; Guimarães; Pérez-Maluf; Catellani, 2009), a qual, juntamente com *A. mellifera*, muitas vezes se destaca por sua abundância. Para Free (1993), quanto maior o tempo gasto pelos visitantes em cada flor,

maior é a probabilidade de estes promoverem a sua polinização. *A. mellifera* gastou em média 6 segundos em cada inflorescência, tempo inferior aos demais visitantes observados.

Abelhas do gênero *Cephalotrigona*, comumente encontradas na Amazônia, têm sido citadas como polinizadores em diversas regiões do Brasil (Vásquez; Webber, 2010; Santos; Absy, 2010), mas nenhum estudo realizado com *J. curcas* apontou estas duas últimas espécies como polinizadoras da espécie.

O presente estudo permitiu identificar as espécies de abelhas visitantes das flores do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) no semiárido baiano, com destaque para *Apis mellifera*, classificada como constante e dominante na comunidade. Essa espécie demonstrou comportamento forrageiro eficiente, promovendo contato com os órgãos reprodutivos florais e transporte efetivo de pólen, o que permite classificá-la como polinizadora efetiva da cultura nas condições avaliadas.

O objetivo de compreender o papel ecológico e polinizador das abelhas no cultivo do pinhão manso foi alcançado, gerando informações valiosas tanto para a ciência quanto para o manejo agrícola sustentável. Os dados apresentados contribuem para o entendimento da dinâmica dos polinizadores em sistemas simplificados como monocultivos, ressaltando a importância de integrar a biodiversidade funcional ao planejamento agrícola.

Copyright (©) 2025 - Zilda Cristina Malheiros Lima, Eduardo Tigre do Nascimento, Priscila Silva Miranda, Raquel Pérez-Maluf, Aldenise Alves Moreira.

REFERÊNCIAS

- BRASILEIRO, Beatriz *et al.* Floral biology and characterization of seed germination in physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira Sementes**, v. 34, n. 4, p.556-562, 2012. Doi: 10.1590/S0101-31222012000400005.
- COSTA, Augusto, J. C.; GUIMARÃES-DIAS, Fábila; PÉREZ-MALUF, Raquel. Abelhas visitantes das flores de urucum (*Bixa orellana* L.), em Vitória da Conquista-BA. **Ciência Rural**, v.38, n. 1, p.534-537, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000100048>.
- DE-FARIA, Luis F. *et al.* Floral biology and reproductive system of physic nut (*Jatropha curcas* L., Euphorbiaceae) in 'Recôncavo da Bahia', Brazil, **Anais Academia Brasileira Ciência**, v. 93, n. 3, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220201814>.

- FREE, John B. **Insect Pollination of Crops**. 2ª ed. Londres: Academic Press. 1993. 684 p.
- GUIMARÃES, Rosimeire, A.; PÉREZ-MALUF, Raquel; CASTELLANI, Maria, A. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores da goiaba em pomar comercial de Salinas, MG. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 23-27, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000100003>.
- JUHÁSZ, Ana C.P. *et al.* Biologia floral e polinização artificial de pinhão-manso no norte de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.9, p.1073-1077, 2009.
- KAUR, Kirandeep M.; GILL, Rishi S.; DHILLON, Gurvindes P.S. Floral biology and breeding system of *Jatropha curcas* in north-western India. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 23, n. 1, p. 4-9, 2011.
- LI, Haiyan *et al.* Genetic Tracing of *Jatropha curcas* L. from Its Mesoamerican Origin to the World. **Frontiers in plant science**, v. 8, artigo 1539, 2017. doi:10.3389/fpls.2017.01539.
- MALAGODI-BRAGA, Kátia. S.; KLEINERT, Astrid, M. P. Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria ananassa duchesne*) influência a formação dos frutos? **Bioscience Journal**, v. 23, sup. 1, p.76-81, 2007.
- MALERBO-SOUZA, Darclet T. *et al.* Moscas e abelhas polinizam as flores do pinhão manso? **Nucleus**, v. 19, n. 1, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.3953>.
- NASCIMENTO, Eduardo T. *et al.* Diversidade de abelhas visitantes das flores de Citrus em pomares de laranjeira e tangerineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.33, n.1, p.111-117, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000048>.
- NEVES, Edinaldo L.; MACHADO, Isabel C.; VIANA, Blandina F. Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 553-563, 2011a. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000400009>.
- NEVES, Edinaldo L.; VIANA, Blandina N. Pollination efficiency of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera, Apidae) on the monoecious plants *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. and *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae) in a semi-arid Caatinga area, northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.71, n.1, p.107-113, 2011b. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000100016>.
- NIETSCHKE, Silvia *et al.* Assessment of reproductive characteristics of *Jatropha curcas* L. in South Florida, **GCB Bioenergy**, n. 6, n. 4, p. 351-359, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12051>.
- OLIVEIRA, Maria E.C. *et al.* Análise melissopalínológica e estrutura de ninho de abelhas *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae) encontradas no Campus da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. SE. **Entomobrasilis**, v.1, n. 2, p.17-22, 2008. DOI:<https://doi.org/10.12741/ebbrasilis.v1i2.14>.
- PAIVA NETO, Vespasiano B. *et al.* Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.3, p.558-563, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000300005>.
- PECINA-QUINTERO, Victor *et al.* Genetic structure of *Jatropha curcas* L. in Mexico and probable centre of origin. **Biomass and Bioenergy**, v. 60, p. 147–155, 2014. Doi: 10.1016/j.biombioe.2013.11.005.
- PIANKA, Eric, R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Stanford, v. 4, p. 53-74, 1973.
- RINCÓN-RABANALES, Manuel *et al.* Reproductive biology of the biofuel plant *Jatropha curcas* in its center of origin. **PeerJ**, v. 4, e1819, 2016. Doi: 10.7717/peerj.1819.
- SANTOS, Charles, F.; ABSY, Maria, L. Polinizadores de *Bertholletia excelsa* (Lecythidales: Lecythidaceae): Interações com Abelhas sem Ferrão (Apidae: Meliponini) e Nicho Trófico. **Neotropical Entomology**, v.39, n. 6, p. 854-861, 2010.
- SANTOS, Mary J.; MACHADO, Isabel, C.; LOPES, Ariadna, 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.

SEI -Superintendência de Estudos Econômicos e sociais da Bahia. **Estatísticas dos municípios baianos**. Salvador: SEI, 2013.

SILVA, Lidiane A. *et al.* Path analysis and canonical correlations for indirect selection of *Jatropha* genotypes with higher oil yield. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 1, gmr16019562, 2017.

SOUTHWOOD, Thomas R.E. **Ecological methods**. London: Halsted Press, Chapman and Hall, 1978.

THE PLANT LIST. Version 1.1. [Site de internet]. **Euphorbiaceae**. 2013. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Euphorbiaceae>. Acesso em: 15/01/2020

VÁSQUEZ, Silvia, P. F.; WEBBER, Antônio, C. Biologia floral e polinização de *Casearia grandiflora*, *Casearia javitensis* e *Lindackeria paludosa* (Flacourtiaceae) na região de Manaus, AM. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n. 1, p.131-141, 2010.

VILHENA, Alice, M.G.F.; AUGUSTO, Solange, C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, v.23, n. 0, sup. 1, p.14-23, 2007.