ASPECTOS FLORAIS E REPRODUTIVOS DA CARNAUBEIRA (ARECACEAE) EM ÁREAS DO LITORAL DO PIAUÍ

Renato Oliveira de Sousa¹; Cynthia Maria Gomes Silva¹; Francisco Jefferson Alves de Lima¹; Maura Rejane de Araújo Mendes²; Aurinete Daienn Borges do Val^{3*}

¹ Discentes do curso de Agronomia e Bolsistas PIBIC /UESPI - Universidade Estadual do Piauí – UESPI *Campus* Parnaíba, Parnaíba, PI, Brasil.

² Docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas – Universidade Estadual do Piauí – UESPI *Campus* Parnaíba, Parnaíba, PI, Brasil.

³ Docente do curso de Bacharelado em Agronomia – Universidade Estadual do Piauí – UESPI *Campus* Parnaíba, Parnaíba, PI, Brasil. E- mail: aurineteval@phb.uespi.br

* Autora para correspondência

Recebido em: 15/11/2020 – Aprovado em: 15/12/2020 – Publicado em: 30/12/2020
DOI: 10.18677/EnciBio_2020D4

RESUMO

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore) é nativa na região Nordeste do Brasil. São raras as informações sobre o sistema reprodutivo do gênero *Copernicia*, o que dificulta estudos sobre a formação de frutos, diversidade genética e fenotípica dos indivíduos e das populações das espécies pertencentes ao gênero. Com o objetivo de estudar características das flores e a forma de reprodução, foram feitas descrições da morfologia floral e avaliações da quantidade de botões florais, taxa de pegamento e abortamento de frutos em inflorescências isoladas e não isoladas. O estudo foi realizado no município de Luís Correia, litoral do Piauí, onde plantas de diferentes pontos foram marcadas. O estudo da morfologia floral revelou que a espécie possui flores hermafroditas compostas por 3 sépalas, 3 pétalas, 6 estames e 3 carpelos. Constatou-se que as inflorescências isoladas e que não receberam visitas de agentes polinizadores apresentaram taxa de pegamento de frutos menor e taxa de abortamento maior quando comparadas com as inflorescências não isoladas, sugerido que a espécie apresenta alogamia.

PALAVRAS – CHAVE: carnaúba, *Copernicia prunifera*, flor.

FLORAL AND REPRODUCTIVE ASPECTS OF CARNAUBA TREE (ARECACEAE) IN AREAS OF COAST OF PIAUÍ

ABSTRACT

The Carnaúba tree (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore) is native to the Northeastern Brazil, and information about reproductive systems of the genus *Copernicia* were scarce which hinders studies on fruit formation, genetic and phenotypic diversity of individuals and populations of other species belonging to the genus. In order to study the characteristics of the flowers and the reproduction, we aimed to describe floral morphology, quantity of flower buds, setting rate and abortion of fruits in isolated and

non-isolated inflorescences. The study was carried out in the municipality of Luís Correia, Piauí State, where plants from different places were marked. The floral morphology revealed that *C. prunifera* shows hermaphroditic flowers composed of 3 sepals, 3 petals, 6 stamens and 3 carpels. It was found that the isolated inflorescences showed a lower rate of fruit revenge and a and a higher flower fall rate when compared to rates of non-isolated inflorescences, suggesting that the species has allogamy.

KEYWORDS: carnaúba, *Copernicia prunifera*, flower.

INTRODUÇÃO

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Mill. H.E. Moore) é uma palmeira nativa do Brasil, pertencente à família Arecaceae, com ocorrência nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, especialmente nos vales dos rios nos domínios da Caatinga e do Cerrado (SILVA et al., 2017; FLORA do BRASIL, 2020a) encontrada principalmente em ambientes com terrenos baixos de várzea, à margem de rios e lagos, periodicamente inundados. Trata-se de um importante recurso vegetal, uma vez que é bastante utilizada por diferentes comunidades estabelecidas no semiárido nordestino, ajudando nas necessidades diárias, principalmente daquelas pessoas que vivem no ambiente rural (RODRIGUES et al., 2013). Muito além da importância sócioeconômica, a relevância das palmeiras, como a carnaúba, se dá devido ao protagonismo dessas espécies na estrutura e função em ecossistemas tropicais terrestres (LANNES et al., 2016).

A carnaubeira possui valor paisagístico e por isso é indicada para a arborização urbana (XIMENES et al., 2019). Suas folhas, após a secagem são utilizadas para cobertura de casas, alimentação animal e produção de artesanato (ARRUDA; CALBO, 2004). No entanto, o principal produto da carnaubeira é a cera extraída das folhas, que é bastante usada em fins diferentes e para a fabricação de inúmeros produtos (GOMES et al., 2009). A atividade de retirada da cera das folhas da carnaubeira está associada à prática de extrativismo. Além desses aspectos, a espécie apresenta importância social, ambiental e econômica (COSTA; GOMES, 2016). Do ponto de vista social, destaca-se pela geração de ocupação do meio rural, enquanto na questão ambiental, colabora com equilíbrio dos ecossistemas naturais (SILVA et al., 2019).

No Piauí, os campos de carnaubais para extração da cera estão associados à comunidades ou propriedades rurais que empregam a agricultura de subsistência, com baixo nível tecnológico. Nos municípios litorâneos do Estado, a carnaúba é bastante utilizada para o artesanato, cobertura de casa e extração de cera. De acordo com Carvalho e Gomes (2009), no Piauí o período de maior exploração da carnaúba para a extração do pó acontece entre os meses de julho a dezembro, época de estiagem e que agricultura de sequeiro é inviabilizada devido a ausência de chuvas. Assim, o extrativismo da carnaúba oferece ocupação e renda para inúmeros trabalhadores rurais numa época de difícil acesso a algum tipo de atividade remunerada. Os resultados divulgados na Pesquisa de Extrativismo Vegetal e Silvicultura - PEVS mostram que no ano de 2019 o total de pó cerífero coletado foi de 19,5 t com destaque para o estado do Piauí como o principal produtor, respondendo por 56,4% do volume nacional (IBGE, 2019).

No entanto, a atividade extrativista não é acompanhada de estudos e nem tampouco de estratégias de produção de mudas, manejo e reflorestamento, e dessa forma as ações antrópicas podem comprometer a diversidade genética e conduzir a

espécie a um processo irreversível de erosão genética. Nesse sentido, para a estruturação de ações que promovam a conservação e o melhoramento genético da espécie é necessário antes de tudo os conhecimentos sobre o sistema reprodutivo e biologia floral da carnaubeira.

Segundo Barfod et al. (2011), a expressão sexual nas palmeiras é separada em modalidades ou níveis espaciais: dentro das flores, dentro de aglomerados de flores (entre flores), dentro de inflorescências e entre as plantas.

A alogamia é reportada como a principal forma de reprodução de algumas palmeiras tropicais pertencentes à família Arecaceae como a churrubay (*Syagrus orinocensis* (Spruce) Burret) (AVELLANEDA; CARREÑO, 2017), palma amarga (*Sabal mauritiiformis* (H. Karst.) Griseb. & H. Wendl.) (BRIEVA-OVIEDO et al., 2020), açaí do Amazonas (*Euterpes precatoria* Mart.) (RAMOS et al., 2019), macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) (ABREU et al., 2012; LANES et al., 2016)) e juçara (*Euterpe edulis* Mart.) (GAIOTTO et al., 2003). Bardof et al. (2011) relatam que resultados com ensacamento de flores de coqueiros mostraram que a frutificação é resultante da transferência de grãos de pólen entre flores unissexuais presentes na mesma inflorescência (geitonogamia). De acordo com Borém e Vieira (2013), plantas que praticam a alogamia são aquelas cuja reprodução se dá por no mínimo 95% de fecundação cruzada, enquanto que nas plantas autógamas a formação de sementes e frutos acontece devido a uma taxa mínima de 95% de autofecundação.

Quanto ao tipo floral, são muitas informações sobre as palmeiras. Porém, as informações para o gênero *Copernicia* são limitadas. Torres et al. (2015) verificaram que a espécie *Copernicia tectorum* (Kunth) Mart. apresenta flores hermafroditas e Silva et al. (2017), que apresentam informações sobre morfologia das flores da carnaubeira. Diante da falta de informações importantes que possam impactar sobre ações futuras de conservação e manejo, os objetivos desse estudo foram entender a forma de reprodução das carnaubeiras e descrever as características florais da espécie no litoral do Piauí, para estabelecer uma relação entre esses aspectos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas comunidades Praia do Coqueiro e Carnaubinha, localizadas no município de Luís Correia, litoral do estado do Piauí, situado entre as coordenadas geográficas 02°52'44"S e 41°40'01"W (AGUIAR; GOMES, 2004), com clima do tipo B Aw', de acordo com a classificação de Koppen (BASTOS et al., 2005).. A distância entre as comunidades é de cerca de 15 km e a escolha dos locais se deu em função de três fatores: a presença de populações nativas da espécie, o vigor das plantas e o acesso. O estudo ocorreu durante o período de janeiro a agosto de 2019.

Para o estudo da morfologia floral, foram feitas coletas de inflorescência com flores abertas. As coletas foram efetuadas com o auxílio de uma escada de tamanho regulável e uma ferramenta do tipo tesoura de poda de ramos trimmer de alta altitude com cabo de madeira. Após a coleta, as estruturas florais foram levadas para o Laboratório de Biologia da Universidade Estadual do Piauí, Campus Parnaíba para análise sob microscópio estereoscópico a fim de realizar a descrição da morfologia floral. As flores foram descritas e registradas por fotografia ainda frescas.

Para o estudo sobre aspectos da reprodução, foram selecionadas 12 carnaubeiras e 20 inflorescências. Em cada inflorescência foram selecionadas 10

ramificações. Na Tabela 1 estão apresentadas os números de inflorescências de cada planta selecionada e a localização de cada indivíduo.

TABELA 1 - Identificação das carnaubeiras avaliadas, quantidade de inflorescência selecionada/planta e localização das plantas. Luís Correia, Piauí. 2019.

Número da planta	Número de inflorescência por planta	Localização
1	1	Carnaubinha
2	1	Carnaubinha
3	1	Praia do Coqueiro
4	1	Praia do Coqueiro
5	5	Carnaubinha
6	2	Praia do Coqueiro
7	1	Carnaubinha
8	1	Carnaubinha
9	2	Carnaubinha
10	1	Carnaubinha
11	3	Carnaubinha
12	1	Carnaubinha

Para verificar se a espécie apresentava fecundação por auto-polinização ou não, fez-se o isolamento de ramos e os resultados de frutificação obtidos foram comparadas com aqueles dos ramos não isolados. Cada inflorescência constituiu uma unidade de avaliação, com um total de 10 ramos marcados, sendo cinco isolados e cinco não isolados.

O isolamento foi feito por meio do uso de saco branco de pano do tipo organza de comprimento aproximado de 15,0 cm de comprimento e 10,0 cm de largura com fitas de cetim na extremidade que permitiram a fixação do saco às ramificações da inflorescência. No momento que foi feita a colocação dos sacos, as inflorescências apresentavam os botões florais fechados.

Devido a altura das plantas, com caule do tipo estipe que pode atingir de 10 a 15 metros de altura e diâmetro entre 15 a 25 centímetros (VIEIRA et al., 2015), o acesso às inflorescências foi feito por meio de uma escada de tamanho regulável, que era colocada o mais próximo possível das inflorescências. Dessa forma, fazia-se a contagem dos botões florais presentes em cada ramo, aplicando ou não o isolamento. Os ramos não isolados receberam fitas para identificação.

Os parâmetros avaliados foram: quantidade de botões florais, número de frutos, abscisão de flores e porcentagem de frutificação em inflorescências isoladas e não isoladas. As avaliações foram feitas 30 dias após a seleção, marcação e isolamento dos ramos das inflorescências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As flores são pequenas (MAIA-SILVA et al, 2012), de cerca de 0,1 a 0,12 cm de comprimento, bastante numerosas e de cor amarela. Localizam-se em pequenos ramos, cujo tamanho varia de 10 a 15 cm, de grandes inflorescências do tipo panícula de tamanho médio de 125 cm. O estudo da morfologia floral da carnaubeira revelou flores hermafroditas (Figura 1A). O androceu apresenta seis estames (Figura 1B),

enquanto o filete se insere dorsalmente nas anteras, as quais têm deiscência longitudinal (Figura 1A). As flores são sésseis (Figura 1C), diclamídeas, e simetria actinomorfa com três pétalas e sépalas unidas (Figura 1B). O gineceu é hipógino, tricarpetar, gamocarpelar, trilocular e com com 3 óvulos (Figuras 1D e 1F) e ovário piloso (Figura 1E). O estilete é terminal (Figura 1E). Foi observado também que os estames localizam-se acima dos estigmas, que estão inseridas nas pétalas e afastado do estigma (Figura 1A), o que geralmente contribui para a fecundação por alogamia, e Matias et al. (2016) confirma que a diferença nas alturas entre os verticilos reprodutivos de uma flor é uma característica comum nas angiospermas e pode favorecer a reprodução cruzada.

FIGURA 1 - Detalhes da flor da carnaubeira com presença do estigma e dos estames. A - Presença do gineceu e androceu. B - Presença de seis estames no interior da flor. C - Flor da carnaubeira com ausência de pedúnculo, do tipo sésil; D - Flor com presença de três óvulos ; E - Ovário piloso F - Vista dos lóculos da flor da carnaubeira.

Fonte: (Fotos: Autores.). Luís Correia, Piauí. 2019.

Os resultados obtidos no estudo da morfologia floral estão em acordo com características descritas alguns autores. Hiura e Rocha (2018), relataram que a família Arecaceae possui espécies cujo número de estames varia de 5 a 7. Silva et al. (2017) relataram que as flores da carnaubeira apresentam seis estames, três pétalas e sépalas. Segundo FLORA do BRASIL (2020), as flores do gênero *Copernícia* são bissexuais, solitárias ou formando grupos de 2 a 4 flores, possuem três sépalas unidas numa base grossa e seis estames.

Silva et al. (2019) observaram que no litoral do Piauí a floração ocorre durante todo o ano de maneira moderada, com picos na segunda quinzena de janeiro e de maio

e Ximenes et al. (2017) relatam que nas condições do litoral do Rio Grande do Norte o florescimento também ocorreu todo o ano, com picos no período seco, entre os meses de outubro e novembro. Com relação à análise dos parâmetros relacionados à reprodução, os resultados estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Quantidade de botões florais (BF), número de frutos (NF), porcentagem de frutificação (PF) e abscisão de flores (AF), em unidade, em inflorescências de carnaubeiras isoladas e sem isolamento. Luís Correia, Piauí. 2019.

Condição do ramo	Parâmetros			
	Quantidade de botões florais	Número de frutos	Porcentagem de Frutificação	Abscisão de flores
Ramos sem isolamento dos botões florais	103,99	96,12	92,43	9,15
Ramos com isolamento dos botões florais	102,17	3,58	3,5	98,46

O estudo revela que, em média, cada ramo da inflorescência da carnaubeira possui, 103,08 botões florais - BF. Considerando que esses dados foram obtidos por meio da contagem em dez ramos por inflorescência, é possível sugerir que cada inflorescência da espécie possua em torno de 1.000 botões florais. Silva et al. (2017) verificaram que, em média, o número de ramos na inflorescência da carnaúba varia entre 4 a 15 e o número de flores pode chegar a 1.735,50 em indivíduos de carnaubais do litoral do Rio Grande do Norte.

O pequeno número de frutos (NF) em ramos isolados (Tabela 2) pode ser resultado da não polinização e fecundação das flores pela ausência de polinização, pois os sacos representaram um impedimento ao transporte do pólen, evitando que o processo ocorresse entre flores de diferentes ramos ou plantas. Com a aplicação dessa metodologia, a intenção foi observar a ocorrência da fecundação das flores e produção de frutos em inflorescências isoladas e não isoladas, e assim inferir sobre a reprodução por autogamia ou alogamia.

Os números obtidos nos parâmetros PF e AF (Tabela 2) traduzem que a fecundação é do tipo cruzada, ou seja, ocorre entre flores de plantas diferentes ou entre flores de um mesmo ramo ou inflorescência, uma vez que em ramos não isolados foram obtidos a maior taxa de frutificação (92,43%) e a menor queda de flores (9,15%), indicando que a fecundação ocorre principalmente quando o pólen é transportado da antera de uma flor para o estigma de outra. No entanto, os resultados mostram também que pode ocorrer a autofecundação na flor da carnaubeira, pois flores isoladas apresentaram uma pequena taxa de frutificação de 3,50% (Tabela 2). Espécies alógamas podem apresentar uma taxa de até 5% de autofecundação (KARASAWA et al., 2009; BOREM; VIEIRA, 2013).

O uso do ensacamento de flores para o estudo do sistema reprodutivo é comum e é descrito em trabalhos como os de Brieva-Oviedo et al. (2020), Zambom e Agostini (2017), Bardof et al. (2011) e Ostrorog e Barbosa (2009). A metodologia também é usada em atividades de melhoramento genético de plantas quando são empregados

métodos com controle de polinização entre parentais previamente selecionados (BERTOZZO et al., 2010; SOUSA et al., 2015).

Na Tabela 2 verifica-se a alta abscisão floral em inflorescências isoladas (98,46 flores). Esse comportamento pode ser justificado pela baixa taxa de frutificação observada, uma vez que o crescimento do óvulo da flor durante o estabelecimento do fruto está relacionado ao sucesso da polinização e da produção de auxinas, hormônio envolvido na regulação do desenvolvimento do fruto, produzido no pólen, dentre outros pontos (TAIZ et al., 2017).

Dessa forma, os dados obtidos para os NF, PF e AF sugerem que espécie apresenta reprodução por alogamia, confirmando informações apresentadas anteriormente de que as palmeiras da família das Arecaceae são alógamas. Segundo Maia (2010), estas espécies desenvolveram e evoluíram mecanismos fisiológicos, estruturais, espaciais e/ou temporais que são geneticamente controlados, e evitam endocruzamentos e autofecundações. Alguns autores sugerem que palmeiras tropicais apresentam alogamia devido a sistemas químicos de autoincompatibilidade. Lanes et al. (2016) descrevem que em macaúba a fecundação aberta é a principal forma de reprodução, e algumas estimativas obtidas no estudo com a espécie sugerem que existe nas populações avaliadas um índice variável de autoincompatibilidade, o que fortalece a hipótese da alogamia dentro da família.

Em um estudo onde foi empregado isolamento por meio de malha, Brieva-Oviedo et al. (2020), relatam a alogamia e autoincompatibilidade em na palmeira palma amarga, no entanto, constataram que 10% dos frutos formados se deu por autogamia. Abreu et al. (2012) e Ramos et al. (2019) descreveram que o sistema de reprodução é aberto com presença de um tipo de autoincompatibilidade em *E. precatoria* e *A. aculeata*, respectivamente. Melendez-Ramirez et al. (2004), relatam que o coqueiro (*Cocus nucifera* L.) apresenta um sistema misto de reprodução: uma autopolinização por geitonogamia e a polinização cruzada, sendo essa a mais importante.

Barfod et al. (2011) e Abreu et al. (2012) relatam que a família Arecaceae possui espécies com flores unissexuais ou autoincompatíveis. Silva e Reis (2018) descrevem que a dicogamia também é frequente nesse grupo de plantas. Assim, podemos inferir que a alogamia na família se deve a fatores diversos como a autoincompatibilidade, mecanismos temporais e tipos florais.

O conhecimento da estratégia de reprodução da espécie é imprescindível, pois colabora para o entendimento da colonização de diferentes *habitats* e também na resposta às alterações ambientais (KARASAWA et al., 2009). Segundo Borém e Vieira (2013), as populações de plantas alógamas caracterizam-se pela grande heterogeneidade, heterozigosidade e distinguibilidade dos seus indivíduos, além do que populações de espécies alógamas são mais flexíveis, uma vez que de maneira gradativa otimizam sua frequência gênica para o ambiente onde são localizadas. A taxa com que a reprodução cruzada entre os indivíduos de uma população de espécies de flores hermafroditas ocorra depende de fatores como a ação dos polinizadores e a densidade do florescimento dos indivíduos na população, por exemplo. (MURAWSKI; HAMRICK, 1991).

O processo de fecundação cruzada ou alogamia envolve o agente polinizador. Os principais agentes polinizadores são os insetos, o vento, água, animais e o homem. Barfod et al. (2011) e Avellaneda e Carreño (2017) relatam que são os insetos, principalmente besouros, abelhas e moscas, os principais agentes polinizadores das

palmeiras tropicas. Silva et al. (2017), descrevem que as flores da carnaubeira são visitadas por abelhas (*Trigona spinipes* Fabricius, 1793) e maribondos (*Polistes canadensis* Linnaeus, 1758). Segundo BRASIL (2016), as abelhas irapuás são os principais agentes polinizadores da carnaubeira. Essa informação corrobora com a hipótese de que a baixa taxa de frutificação observada em ramos isolados das carnaubeiras (Tabela 2) se deu devido à pequena quantidade de insetos polinizadores nas flores, provavelmente por estarem impossibilitados de realizarem visitas devido à barreira física.

CONCLUSÃO

O estudo da morfologia floral revelou que a espécie apresenta flores hermafroditas, contento um estigma abaixo dos seis estames observados. Quanto à estratégia reprodutiva, constatou-se que a espécie apresenta uma baixa taxa de autofecundação direta, e reproduz-se essencialmente por fecundação cruzada, ou seja, trata-se de uma espécie alógama. No entanto, não foi possível identificar a causa da alogamia.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Universidade Estadual do Piauí- FUESPI pela concessão de bolsa de iniciação científica no programa PIBIC- UESPI.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. G.; PRIOLLI, R. H. G.; AVEZEDO - FILHO, J. A.; NUCCI, S. M.; ZUCCHI, M. I.; COELHO, R. M.; COLOMBO, C. A. The genetic structure and mating system of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). **Genetics and Molecular Biology**, v.35, n.1, p: 119-121.2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1415-47572012005000002>

Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1415-47572012000100016&tlng=>> Acesso em 30/08/2020

AGUIAR, R.B. de; GOMES, J. R. de C. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Luis Correia. AGUIAR, R.B. de; GOMES, J. R. de C.(Org.). Fortaleza: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais CPRM - **Serviço Geológico do Brasil**. 2004. 24p. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16060/Rel_LuisCorreia.pdf?sequence=1> Acesso em 10/09/2020

ARRUDA, G. M. T.; CALBO, M. E. R. Efeitos da inundação no crescimento, trocas gasosas e porosidade radicular da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.2, p: 219-224. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000200002> Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-33062004000200002&script=sci_abstract> Acesso em 10/09/2020

BERTOZZO, F.; LARA, A.C. da C.; ZANOTTO, M.D. Melhoramento genético da mamona visando incremento de flores femininas. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p.271-277, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000200004> Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/brag/v70n2/04.pdf>> Acesso em 11/09/2020

BARFOD, A.S.; HAGEN, M.; BORCHSENIUS, F. Twenty-five years of progress in understanding pollination mechanisms in palms (Arecaceae). **Annals of Botany**, v.108, n.8, p.1503-1516. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcr192> Disponível em: <<https://academic.oup.com/aob/article/108/8/1503/160500>> Acesso em 12/09/2020

BASTOS, E.A.; RODRIGUES, B.H.N.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; MEDEIROS, R.M.de. **Boletim agrometeorológico do ano de 2004 para o município de Parnaíba, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2005. 38p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/68911/1/Doc111.pdf>> Acesso em 29/10/2020

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 6ª edição. Viçosa: Editora UFV. 2013. 262p. ISBN: 978-85-7269-466-7 Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/47803764/melhoramento-de-plantas-borem-e-miranda-6-ed-2013>> Acesso em 13/10/2020

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Carnaúba: Boas Práticas para o Extrativismo Sustentável Orgânico**. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Extrativismo, Brasília, 48p. 2016. ISBN: 978-85-7738-299-6 Disponível em: <https://www.mma.gov.br/publicacoes/desenvolvimento-rural/category/200-departamento-de-extrativismo-mma.html?download=1511:1_ct1_andiroba_web> Acesso em 24/08/2020.

BRIEVA-OVIEDO, E.; NÚÑEZ-AVELLANEDA, L.A.N. Biología reproductiva de la palma amarga (*Sabal mauritiiformis*: Arecaceae): especie económicamente importante para la Costa Caribe colombiana. **Caldasia**, v. 42, n.2, p. 1-34. 2020. DOI:<https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v42n2.75595> Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0366-52322020000200278> Acesso em 30/08/2020

COSTA, V. L. dos S.; GOMES, J. M. A. Crédito e conservação ambiental no extrativismo da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore) no nordeste brasileiro no período de 2007 a 2012. **Interações**, v.17, n.1, p. 4-14. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/1518-70122016101> Disponível em: <<https://interacoesucdb.emnuvens.com.br/interacoes/article/view/604/685>> Acesso em 15/08/2020

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 01/11/2020

GAJOTTO, F.A.; GRATTAPAGLIA, D.; VENCOSKY, R. Genetic structure, mating system, and long-distance gene flow in heart of palm (*Euterpe edulis* Mart.). **Journal of Heredity**, v. 94, n.5, p.:399-406. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1093/jhered/esg087> Disponível em; <<https://academic.oup.com/jhered/article/94/5/399/2187446>> Acesso: 10/10/2020

GOMES, J. A. F.; LEITE, E. R.; CAVALCANTE, A. C. R.; CÂNDIDO, M. J.D.; LEMPP, B.; BOMFIM, M. A. D.; ROGÉRIO, M. C. P. Resíduo agroindustrial da carnaúba como fonte de volumoso para a terminação de ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p. 58-67. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000100009> Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2009000100009> Acesso em 28/08/2020

HIURA, A.L.; ROCHA, A.E.S. da. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Arecaceae. **Rodriguésia**, v. 69, n.1, p. 41-48. 2018. DOI: 10.1590/2175-7860201869104 Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rod/v69n1/2175-7860-rod-69-01-0041.pdf>> Acesso em: 30/10/2020

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da extração vegetal e da silvicultura - PEVS 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2019_v34_informativo.pdf> Acesso em 15/10/2020

KARASAWA, M.M.G.; DORNELES, M.G.; ARAÚJO, A.C.G de; OLIVEIRA, G.C. X. Biologia e genética dos sistemas reprodutivos. In: Karasawa, M.M.G. **Diversidade reprodutivas de plantas**. Ribeirão Preto: Editora SBG-Sociedade Brasileira de Genética. 2009. 113p. ISBN - 978-85-89265-12-6 Disponível em: <https://www.sbg.org.br/system/tdf/diversidades_reprodutiva_de_plantas.pdf?file=1&type=node&id=86> Acesso em 20/08/2020

LANES, E.C.M.; MOTOIKE, S.Y.; KUKI, K.N.; RESENDE, M. D.V.; CAIXETA, E.T. Mating system and genetic composition of the macaw palm (*Acrocomia aculeata*): implications for breeding and genetic conservation programs. **Journal of Heredity**, v.107, n.6, p. 527-36. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jhered/esw038> Disponível em: <<https://academic.oup.com/jhered/article/107/6/527/2622893>> Acesso em: 05/09/2020

MATIAS, R.; OLIVEIRA, A.S. de; FURTADO, M.T.; SÁ, T.; RODRIGUES, E.B.; OLIVEIRA, P.E. de; CONSOLARO, H. Sistema reprodutivo atípico de duas espécies de Rubiaceae: distília com autoincompatibilidade parcial no morfo brevistilo?. **Rodriguésia**, v. 67, n.2, p. 357-368. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201667207> Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602016000200357> Acesso em 07/09/2020

MAIA-SILVA, C; SILVA, C.I. da; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R.T. de; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. 1º edição. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão. 2012. 99p. ISBN: 978-85-98564-05-0 Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/livro_203.pdf> Acesso em: 30/10/2020

MAIA, M.C.C. Sistema reprodutivo de populações alógamas e autógamas: modelo básico e equilíbrio. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.4, n. 1, p. 1-4. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470agro.v4i1.323> Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/323>> Acesso em 13/09/2020

MELLENDEZ-RAMÍREZ, V.; PARRA-TABLA, V.; KEVAN, P. G.; RAMÍREZ-MORILLO, I.; HARRIES, H.; FERNÁNDEZ-BARRERA, M.; ZIZUMBO-VILLAREAL, D. Mixed mating strategies and pollination by insects and wind in coconut palm (*Cocos nucifera* L. (Arecaceae)): importance in production and selection. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 6, p. 155–163. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2004.00216.x>

Disponível em:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1461-9563.2004.00216.x>> Acesso em 06/09/2020

MURAWSKI, D.A.; HAMRICK, J.L. The effect of the density of flowering individuals on the mating systems of nine tropical tree species. *Heredity*, v.67, p. 167-174. 1991, DOI: <https://doi.org/10.1038/hdy.1991.76>

Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/hdy199176>> Acesso em 06/09/2020

OSTROROG, D.R.V.; BARBOSA, A.A.A. Biologia reprodutiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n.3, p. 479-488. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-84042009000300007>

Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042009000300007> Acesso em: 15/08/2020

RAMOS, S.L.F.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; DEQUIGIOVANNI, G.; MACÊDO, J.L.V., SEBBENN, A.M.; SILVA, E.B.; GARCIA, J.N. Mating system analysis of Açaí-do-Amazonas (*Euterpe precatoria* Mart.) using molecular markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 1, p. 126-130. 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332019v19n1n17>

Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-70332019000100126> Acesso em: 10/08/2020

RODRIGUES, L.C.; SILVA, A.A.; SILVA, R.B.; OLIVEIRA, A.F.M.; ANDRADE, L.H.C. Conhecimento e uso da carnaúba e da algaroba em comunidades do sertão do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. **Revista Árvore**, v.37, n.3, p.: 451 – 457. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-67622013000300008>

Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622013000300008&lang=pt> Acesso em 12/09/2020

SILVA, C.M.G., SOUZA, R.O., CUNHA, L.S., VAL, A.D.B.; MENDES, M.R.A. Aspectos da fenologia de *Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore no litoral do Piauí, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 30, p. 662 – 670. 2019. DOI: https://doi.org/10.18677/encibio_2019b3

Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/aspectos%20da.pdf>> Acesso em: 09/08/2020

SILVA, J. Z. da; REIS, M. S. dos. Fenologia reprodutiva e produção de frutos em *Euterpe edulis* (Martius). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 295-309. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831655>

Disponível em: <<http://www.bioline.org.br/pdf?cf18026>> Acesso em:30/08/2020

SILVA, R.A.R.; FAJARDO, C.G.; VIEIRA, F.A. Mating system and intrapopulational genetic diversity of *Copernicia prunifera* (Arecaceae): a native palm from Brazilian semiarid. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n.3, p. 1-12. 2017. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr16039764> . Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320210092_Mating_system_and_intrapopulational_genetic_diversity_of_Copernicia_prunifera_Arecaceae_A_native_palm_from_Brazilian_semiarid> Acesso em: 12/09/2020

SOUSA, V. A. de; AGUIAR, A. V. de; SPOLADORE, J. Metodologia para a polinização controlada em *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. Aquifoliaceae. **Revista Árvore**, v.39, n.2, p.315-323, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000200011> Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rarv/v39n2/0100-6762-rarv-39-02-0315.pdf>> Acesso em 12/09/2020

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed: Porto Alegre, 2017. 888p. ISBN 978-85-8271-367-9 Disponível em: <https://grupos.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/474835/mod_resource/content/0/Fisiologia%20e%20desenvolvimento%20vegetal%20-%20Zair%206%C2%AAed.pdf> Acesso em 21/08/2020

TORRES, C.; GALEANO, G.; BERNAL, R. The stands of *Copernicia tectorum* (Arecaceae) in the Caribbean lowlands of Colombia: a managed pioneer palm facing river dynamics. **Revista de Biología Tropical**, v. 63, n.2, p. 525-536. 2015. DOI: <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i2.14863> Disponível em: <<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/14863/18736>> Acesso em: 12/09/2020

VIEIRA, F. A; SOUSA, R. F; SILVA, R. A. R; FAJARDO, C. G; MOLINA, W. F. Diversidade genética de *Copernicia prunifera* com o uso de marcadores moleculares ISSP. **Agrária- Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.10, n.4, p. 525-531, 2015. DOI:10.5039/agraria.v10i4a5040 Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v10i4a5040&path%5B%5D=4862> Acesso em 01/11/2020

XIMENES, E.; SILVA, R.A.R.; ROCHA, T.G.F.; VIEIRA, F.A.; REIS, A.R.N.; OLIVEIRA, J.D. Comportamento Fenológico de *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore em área urbana de Parnamirim, Rio Grande do Norte. **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 4, p. 15-26. 2019. DOI: <https://doi.org/10.21726/abc.v6i4.583> Disponível em: <<http://periodicos.univille.br/index.php/ABC/article/view/583/719>> Acesso em 09/08/2020

ZAMBOM, V.; AGOSTINI, K. Polimorfismo floral e suas implicações em sistemas sexuais: o caso de *Solanum melongena* (Solanaceae). **Rodriguésia**, v.68, n. 4, p.: 1187-1199. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768403> Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rod/v68n4/2175-7860-rod-68-04-1187.pdf>> Acesso em: 15/09/2020