

ESTUDO FENOLÓGICO DE *Xiquexique tuberculatus* (Werderm.) Lavor & Calvente (CACTACEAE): UMA ANÁLISE A PARTIR DE DADOS DE HERBÁRIO

Alexsandro Bezerra-Silva^{1*} & Sinzinando Albuquerque-Lima²

¹Laboratório Flora e Vegetação (FLOVE), Programa de Pós-Graduação em Botânica – PPGBot, Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS. ²Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva (POLINIZAR), Programa de Biologia Vegetal – PPGBV, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE; E-mail para contato (*sandroufpecav@gmail.com)

INTRODUÇÃO

A fenologia é o estudo dos padrões sazonais de eventos biológicos, como floração, frutificação e foliação, em uma determinada espécie ou comunidade (MORELLATO et al., 2016). Atualmente, as coleções de herbário são uma importante ferramenta utilizada para estudos fenológicos. Essas bases, são fontes valiosas de dados de fenologia reprodutiva, permitindo análises sobre as mudanças no tempo de floração, frutificação e dispersão de sementes das plantas ao longo do tempo (DAVIS et al., 2022). Essas informações são essenciais para entender os impactos das mudanças climáticas na biologia das plantas e para auxiliar na conservação e manejo dos recursos vegetais (PARK et al., 2023). No caso das Cactaceae, uma família de plantas conhecida por forte adaptação a ambientes áridos e semiáridos, a fenologia desempenha um papel crucial na sua sobrevivência e reprodução, havendo ainda muitas lacunas sobre a fenologia reprodutiva das espécies (GOMES et al., 2019). A Caatinga é um bioma caracterizado por um clima semiárido e uma vegetação adaptada às condições de seca e calor intenso (TABARELLI et al., 2023). As espécies da família Cactaceae desempenham um papel importante nas regiões sazonalmente secas da Caatinga, sendo representadas por várias espécies de gêneros bem distribuídos, entre eles, *Cereus*, *Melocactus*, *Pilosocereus*, *Tacinga* e *Xiquexique* (ZAPPI & TAYLOR, 2023). Essas plantas possuem características morfológicas peculiares, como caules suculentos, que lhes permitem armazenar água durante os períodos de escassez (ZAPPI & TAYLOR, 2023). A fenologia das espécies de Cactaceae na Caatinga brasileira está intimamente relacionada com as condições climáticas da região, onde essas plantas apresentam uma fenologia adaptada à irregularidade das chuvas e à disponibilidade de água (QUIRINO, 2006). A produção de flores é um evento fundamental para a reprodução das plantas, uma vez que é durante essa fase que ocorre a polinização e formação de frutos (GOMES et al., 2019). A frutificação das Cactaceae na Caatinga pode ocorrer logo após a floração ou em um momento posterior, sendo seus frutos geralmente suculentos e possuem alto teor de água, são uma importante fonte de alimento para diversos animais da região, como aves, répteis e mamíferos (PAIXÃO et al., 2023). A dispersão das sementes através das fezes desses animais contribui para a dispersão e colonização de novas áreas pelas plantas (GOMES et al., 2021). É importante ressaltar que a fenologia das Cactaceae na Caatinga pode ser influenciada por fatores como variações climáticas anuais, eventos extremos, interações bióticas e distúrbios naturais ou antrópicos. Mudanças nos padrões de chuva, por exemplo, podem afetar o momento e a intensidade da floração e frutificação dessas plantas (QUIRINO & MACHADO, 2014). Além disso, a ação de herbívoros e polinizadores também desempenha um papel importante na fenologia de Cactaceae. Dessa forma, o presente estudo buscou avaliar a fenologia reprodutiva de *Xiquexique tuberculatus* (Werderm.) Lavor & Calvente, através de exsicatas depositadas em coleções de herbários, coletadas em áreas de Caatinga, analisando a importância de *X. tuberculatus* na disponibilidade de recurso para polinizadores e dispersores nesses ambientes áridos no nordeste brasileiro.

METODOLOGIA

Realizamos uma fenologia de herbário para a espécie *X. tuberculatus*, na base de dados online SpeciesLink, onde foram acessadas buscando pelo nome do táxon e seus sinônimos (*Xiqueque tuberculatus* e *Pilosocereus tuberculatus*), a fim de levantar o maior número possível de exsicatas com vestígios da fenofase de floração e frutificação nas áreas de Caatinga no nordeste brasileiro. *X. tuberculatus* é uma Cactaceae endêmica da Caatinga, ocorrendo nos estados de Pernambuco, Bahia, Sergipe e Piauí (ZAPPI & TAYLOR, 2023). As flores de *X. tuberculatus* são de forma tubular, de cor branca e apresentando néctar em abundância como principal recurso floral, sendo frequentemente visitadas por *Glossophaga soricina* e *Lonchophylla mordax* (Phyllostomidae) (ROCHA et al., 2007). Para determinar as fenofases de floração e frutificação foram considerados os registros da presença de botões florais e/ou flores e frutos nas exsicatas. Analisamos os registros que possuíam fotos das exsicatas, mas que não continham material reprodutivo presente no material, as informações sobre presença das fenofases reprodutivas foram retiradas das anotações presentes nas etiquetas de cada um dos espécimes. Para testar a sazonalidade das fenofases reprodutivas, usamos estatística circular, seguindo Morellato et al. (2000, 2010). Calculamos a data média das fenofases de floração e frutificação para *X. tuberculatus* através da conversão do ângulo médio, e estimado o valor de *r*. O vetor *r* varia de 0 a 1 e indica o grau de concentração das frequências ao redor do ângulo médio e pode ser considerado como um índice de sazonalidade (MORELLATO et al., 2000). As estatísticas circulares foram realizadas no software R, com a adição do Pacote “circular” 3.2.3 (R Core Team, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram encontradas 139 exsicatas de *X. tuberculatus* para as áreas de Caatinga na região nordeste, sendo 90 com informações confiáveis das fenofases reprodutivas, observadas em imagens ou etiquetas que constam nas próprias exsicatas. As outras 49 exsicatas foram excluídas por não conter nenhuma informação sobre as fenofases reprodutivas. Os herbários que mais foram representativos nas amostras analisadas foi o Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana – HUEFS, com 22 exsicatas depositadas em seu acervo, e o Herbário Vale do São Francisco – HVSF com 17 coletas. Em nosso levantamento percebemos um maior número de coletas para os estados de Pernambuco com 57, e Bahia com 45. Os dados analisados nas exsicatas apontam uma baixa sazonalidade para as fenofases de floração e

frutificação de *X. tuberculatus*, com produção de flores e frutos praticamente durante todo o ano nas regiões áridas do nordeste brasileiro. Ambas as fenofases apresentam pico no mês de agosto, sendo o dia 24 de agosto indicado como o momento propício para observações de flores ($r=0.27$; $p<0,0001$), e o dia 11 de agosto para a observação de frutos ($r=0.33$; $p<0,0001$). Um dos principais aspectos da fenologia reprodutiva dos cactos colunares na Caatinga é a disponibilidade subanual e contínuo de flores e frutos ao longo do ano (QUIRINO & MACHADO, 2014; GOMES et al., 2017). Essa característica é particularmente importante para os polinizadores e dispersores, pois garante a oferta constante de recursos alimentares e a sustentabilidade das interações ecológicas nesse ambiente adverso. Estudos têm mostrado que a Caatinga possui uma diversidade de espécies de cactos colunares, cada uma com sua própria fenologia, o que contribui para a disponibilidade de recursos ao longo do ano (GOMES et al., 2016; 2017; PAIXÃO et al., 2023). Essas plantas desenvolveram adaptações morfológicas e fisiológicas para sobreviver em um ambiente árido, e a produção regular de flores e frutos é uma estratégia essencial para sua sobrevivência. É importante entendermos a importância da disponibilidade contínua de flores em espécies de Cactaceae ao longo do ano, tornando-se vital para atrair polinizadores, principalmente como morcegos e beija-flores (ROCHA et al., 2020; BEZERRA-SILVA et al., 2023). Esses animais dependem das espécies de Cactaceae como fonte de recurso, principalmente o de néctar, desempenhando um papel fundamental na polinização cruzada entre as plantas (DOMINGOS-MELO et al., 2023; BEZERRA-SILVA et al., 2023). A polinização é essencial para a reprodução dos cactos, pois garante a fertilização e a formação de sementes (DOMINGOS-MELO et al., 2023; ALBUQUERQUE-LIMA et al., 2023). Através dessa interação, as espécies de cactos e seus polinizadores estabelecem uma relação mutualística, na qual ambos os lados se beneficiam mutuamente (GOMES et al., 2014; ROCHA et al., 2020). Os frutos são fontes de alimento para uma variedade de animais, incluindo aves, mamíferos e répteis, onde esses animais desempenham um papel importante na dispersão dessas sementes, transportando-as em seus sistemas digestivos e as depositam em locais distantes, facilitando a dispersão e a colonização de novas áreas pelas espécies de Cactaceae na Caatinga (PAIXÃO et al., 2023).

CONCLUSÕES

Por fim, é importante destacar a importância das coleções de herbários e de bases de dados que disponibilizam informações de cunho científico em plataformas de fácil acesso, contribuindo de forma significativa com a ampliação das informações de espécies ainda pouco conhecidas, principalmente para a Caatinga. Assim, buscando suprimir fortemente lacunas sobre temas como a ecologia reprodutiva das espécies de Cactaceae na literatura. Dessa forma, a disponibilidade constante de flores e frutos em *X. tuberculatus* oferece recursos para polinizadores e dispersores de sementes ao longo do ano nas regiões áridas da Caatinga. Portanto, a conservação de *X. tuberculatus* e de seu habitat é fundamental para garantir a sustentabilidade e a manutenção da diversidade biológica na Caatinga, uma vez que esses organismos desempenham um papel crucial na polinização de outras plantas e na regeneração da vegetação.

Fomento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Bezerra-Silva A (88887.507536/2020-00), Albuquerque-Lima S (88882.347730/2019- 01).

Palavras-chave: Cactaceae, floração, frutificação e herbário.

Referências

- ALBUQUERQUE-LIMA, S. et al. Floral Specialization and Bat Pollination in Subtribe Cereinae (Cactaceae): A Morphological Approach. **Diversity**, v. 15, n. 2, p. 207, 1 fev. 2023.
- BEZERRA-SILVA, A. et al. Comparative nectar dynamics in four ornithophilous *Melocactus* (Cactaceae) species in a seasonally dry tropical forest. **Plant Species Biology**, v. 38, n. 3, p. 144–153, maio 2023.
- DOMINGOS-MELO, A. et al. Bat pollination in the Caatinga: a review of studies and peculiarities of the system in the New World's largest and most diverse Seasonally Dry Tropical Forest. **Flora**, p. 152332, jun. 2023.
- GOMES, V. G. N. et al. Seed removal by lizards and effect of gut passage on germination in a columnar cactus of the Caatinga, a tropical dry forest in Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 135, p. 85–89, dez. 2016.
- GOMES, V. G. N.; QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Pollination and seed dispersal of *Melocactus ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (Cactaceae) by lizards: an example of double mutualism. **Plant Biology**, v. 16, n. 2, p. 315–322, mar. 2014.
- GOMES, V. G. N. et al. Synchronous fruiting and common seed dispersers of two endemic columnar cacti in the Caatinga, a dry forest in Brazil. **Plant Ecology**, v. 218, n. 11–12, p. 1325–1338, dez. 2017.
- TABARELLI, M. Tropical Dry Forests. **Encyclopedia of Biodiversity**, v. 1, p. 1-19, maio 2023.

MORELLATO, L. P. C. et al. Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, v. 195, p. 60–72, mar. 2016.

GOMES, V. G. N.; VALIENTE-BANUET, A.; ARAUJO, A. C. Reproductive phenology of cacti species in the Brazilian Chaco. **Journal of Arid Environments**, v. 161, p. 85–93, fev. 2019.

MORELLATO, L. P. C. et al. Phenology of Atlantic Rain Forest Trees: A Comparative Study¹. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 811–823, dez. 2000.

ROCHA, E. A.; MACHADO, I. C.; ZAPPI, D. C. Floral biology of *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley: a bat pollinated cactus endemic from the “Caatinga” in northeastern Brazil. **Bradleya**, v. 25, n. 25, p. 129–144, dez. 2007.

ROCHA, E. A. et al. Reproductive biology of columnar cacti: are bats the only protagonists in the pollination of *Pilosocereus*, a typical chiropterophilous genus? **Folia Geobotanica**, v. 54, n. 3–4, p. 239–256, jan. 2020.

MORELLATO, L. P. C.; ALBERTI, L. F.; HUDSON, I. L. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. (eds) **Phenological Research: Methods for Environmental and Climate Change Analysis**. Springer, Berlin, pp 357–371, 2010.

GOMES, V. G. N. et al. Endangered globose cactus *Melocactus lanssensianus* P. J. Braun depends on lizards for effective seed dispersal in the Brazilian Caatinga. **Plant Ecology**, v. 222, n. 12, p. 1375–1387, dez. 2021.

PARK, D. S. et al. Herbarium records provide reliable phenology estimates in the understudied tropics. **Journal of Ecology**, v. 111, n. 2, p. 327–337, fev. 2023.

DAVIS, C. C. et al. New directions in tropical phenology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 37, n. 8, p. 683–693, ago. 2022.

PAIXÃO, V. H. F. et al. Cactus height increases the modularity of a plant–frugivore network in the Caatinga dry forest. **Biotropica**, p. btp.13239, 9 jun. 2023.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.P. Cactaceae in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB617410>>. Acesso em: 28 jun. 2023

QUIRINO, Z.; MACHADO, I. Pollination syndromes in a Caatinga plant community in northeastern Brazil: seasonal availability of floral resources in different plant growth habits. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 1, p. 62–71, fev. 2014.